



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**TEMA:**

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE  
HORMIGÓN  $F'c$  240 Kg/ cm<sup>2</sup> Y MORTERO ELABORADOS CON  
LASTRE DE LOS ALUVIALES DEL RÍO SAN PABLO (EN LA  
PROVINCIA DE LOS RÍOS) Y AGREGADOS DEL RÍO  
ZAPOTAL (CANTÓN SANTA ELENA)”

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR (ES):**

ROSALES SUÁREZ MARIANELA ROCÍO  
GUARANDA REYES LESTER ALEXANDER

**TUTOR:**

ING. GASTÓN NICOLÁS PROAÑO CADENA, MSc

**LA LIBERTAD, ECUADOR**

**2022**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TEMA:**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE  
HORMIGÓN F'c 240 Kg/ cm<sup>2</sup> Y MORTERO ELABORADOS  
CON LASTRE DE LOS ALUVIALES DEL RÍO SAN PABLO  
(EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS) Y AGREGADOS DEL  
RÍO ZAPOTAL (CANTÓN SANTA ELENA)”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR:**

**ROSALES SUÁREZ MARIANELA ROCÍO**  
**GUARANDA REYES LESTER ALEXANDER**

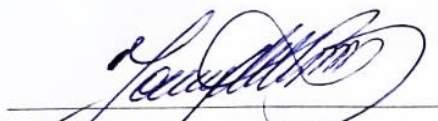
**TUTOR:**

**ING. GASTÓN NICOLÁS PROAÑO CADENA**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2022**

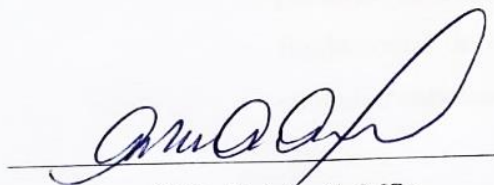
## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



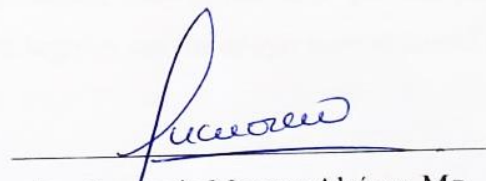
Ing. Jonny Villao Borbor, MSc.  
DIRECTOR DE CARRERA



Ing. Gastón Proaño Cadena, MSc.  
DOCENTE TUTOR



Arq. Gilda Rubira G, MSc.  
DOCENTE ESPECIALISTA



Ing. Lucrecia Moreno Alcivar, Mg.  
DOCENTE UIC

## **DEDICATORIA**

A mi Dios que siempre ha estado conmigo y me ha guiado, por ser mi refugio en momentos difíciles, porque he comprendido que sus decisiones son siempre justas y absolutamente correctas, porque me ha permitido llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi hermosa madre Germania Suárez por ser el eje principal en mi vida, que, gracias a su amor, consejos y enseñanzas, me forjaron como una persona de bien, sé que nos faltaron muchas cosas por vivir juntas, pero estoy segura que desde el cielo estarás muy orgullosa de mí, mi bello ángel.

A mis queridas hermanas Clara, Shirley y Anahy, por estar siempre dispuestas a escucharme, ayudarme, por darme palabras de aliento cuando más lo necesito, por ser parte fundamental de este logro y ser mi apoyo incondicional en cualquier momento.

A mis amigos que Dios ha puesto en mi vida, gracias por el cariño brindado cada día, siempre los llevo en mi corazón

Marianela Rosales Suárez

## **DEDICATORIA**

Con esfuerzo y mucha dedicación implica culminar la carrera universitaria y en especial al trabajo de titulación, donde se la dedico a Dios, por ser mi guía mi luz en todo momento, brindándome su fortaleza, fuerza y voluntad y mucha sabiduría para superar todas las dificultades

A mis padres Jonny Guaranda Plúa, Luisa Reyes Flores y hermanos que son ejes principales de nuestras vidas, que gracias a su apoyo enseñanza y dedicación hicieron de mí una persona de bien, integra, cumplidora de los deberes y obligaciones, que me permitieron culminar con una etapa más en la vida

A toda mi familia que gracias a su apoyo estoy finalizando la etapa de la vida académica, aportando en todo momento con su granito de arena para culminar mi carrera universitaria, a mis amigos que estuvieron para darme ánimo y que siga con mi carrera, gracias amigos Alex Choez, Israel Navarrete, Rafael Ortiz y el laboratorista Rogger Magallanes.

Lester Guaranda Reyes

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGÓN F’c 240 Kg/ cm<sup>2</sup> Y MORTERO ELABORADOS CON LASTRE DE LOS ALUVIALES DEL RÍO SAN PABLO (EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS) Y AGREGADOS DEL RIO ZAPOTAL (CANTÓN SANTA ELENA)”, elaborado por los estudiantes: ROSALES SUÁREZ MARIANELA y GUARANDA REYES LESTER, egresados de la carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio URKUND, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 9% de la valoración permitida.



## Document Information

Analyzed document	TESIS REFORMADA DE MARIANELLA Y LESTER.pdf (D142684275)
Submitted	8/5/2022 5:48:00 PM
Submitted by	Nicolas
Submitter email	gproano@upse.edu.ec
Similarity	9%
Analysis address	gproano.upse@analysis.urkund.com

FIRMA DEL TUTOR

ING. GASTÓN NICOLÁS PROAÑO CADENA

C.I.: 0900151770

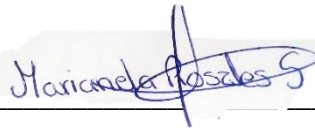
# DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, ROSALES SUÁREZ MARIANELA y GUARANDA REYES LESTER, declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGÓN F'c 240 Kg/ cm<sup>2</sup> Y MORTERO ELABORADOS CON LASTRE DE LOS ALUVIALES DEL RÍO SAN PABLO (EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS) Y AGREGADOS DEL RIO ZAPOTAL (CANTÓN SANTA ELENA)”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente de nuestra autoría.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

Los autores



ROSALES SUÁREZ MARIANELA ROCÍO

C. I. 2450318742



GUARANDA REYES LESTER ALEXANDER

C. I. 0928569433

# CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. GASTÓN NICOLÁS PROAÑO CADENA  
TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGÓN F'c 240 Kg/ cm<sup>2</sup> Y MORTERO ELABORADOS CON LASTRE DE LOS ALUVIALES DEL RÍO SAN PABLO (EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS) Y AGREGADOS DEL RIO ZAPOTAL (CANTÓN SANTA ELENA)”, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, elaborado por la Srta. ROSALES SUÁREZ MARIANELA y el Sr. GUARANDA REYES LESTER, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

FIRMA DEL TUTOR



ING. GASTÓN NICOLÁS PROAÑO CADENA  
TUTOR



# CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA

Yo, Francisco Evaristo Soriano Perero certifico que he revisado la ortografía y la redacción del trabajo de Titulación “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGÓN F'c 240 Kg/ cm<sup>2</sup> Y MORTERO ELABORADOS CON LASTRE DE LOS ALUVIALES DEL RÍO SAN PABLO (EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS) Y AGREGADOS DEL RIO ZAPOTAL (CANTÓN SANTA ELENA)”, elaborado por la Srta. ROSALES SUÁREZ MARIANELA y el Sr. GUARANDA REYES LESTER, previo a la obtención del título de INGENIERO CIVIL.

Por tal motivo he procedido a leer y analizar de manera profunda el estilo y la forma del contenido del texto:

- Se denota pulcritud en la escritura.
- La acentuación es precisa.
- Se utiliza los signos de puntuación de manera acertada.
- No incurre en errores en la utilización de las letras.
- La aplicación de la sinonimia es correcta.
- Se maneja conocimientos y precisión de la morfosintaxis.

Por lo expuesto y en uso de mis derechos como Licenciado en Lengua y Literatura, Magister en Diseño y Evaluación de Modelos Educativos, recomiendo la VALIDEZ ORTOGRÁFICA, de su tesis y dejo a vuestra consideración el certificado de rigor para los efectos legales correspondientes.

Atentamente,

Lcdo. Francisco Evaristo Soriano Perero, MSc.

Licenciado en Lengua y Literatura

C.I. 0907887251

Registro SENESCYT 1006-11-1069078

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por su inmenso amor e infinita misericordia, por guiarme y darme sabiduría todos los días y permitirme culminar mi carrera universitaria.

A mi hermosa madre por haber sido ejemplo de superación y lucha constante en los momentos difíciles, a mis hermanas que siempre están conmigo.

A la prestigiosa Universidad Estatal Península de Santa Elena UPSE, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en estos años, y a todos los docentes, que gracias a sus enseñanzas nos impartieron una educación de calidad.

A mi amigo y compañero de tesis Lester Guaranda por ayudarme y brindarme su apoyo durante el desarrollo de este trabajo.

Un agradecimiento especial al Ing. Gastón Proaño Cadena, por su asesoramiento y valioso aporte en el proceso de elaboración y culminación de este trabajo de investigación.

Marianela Rosales Suárez

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios quien fue mi guía y fortaleza durante este proceso educativo al permitirme cumplir esta meta.

A mi familia quienes han sido mi apoyo y mi base fundamental en cada decisión a tomar durante mi carrera universitaria, gracia a ellos por motivarme a lograr mis sueños y por celebrar junto a mi cada victoria de mi vida que sin duda es de ellos también.

Agradezco a la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), Carrera de Ingeniería Civil, Facultad Ciencias de la Ingeniería que por medio de las Autoridades y Docentes me inculcaron conocimientos para lograr ser profesional de calidad.

A mi Tutor de Tesis Ing. Gastón Proaño Cadena, quien me guio y oriento durante el proceso de mi trabajo de investigación, dando constancia del trabajo realizado con entrega y voluntad

Lester Guaranda Reyes

# TABLA DE CONTENIDO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO .....	v
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	vi
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	vii
CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA .....	viii
AGRADECIMIENTOS .....	ix
TABLA DE CONTENIDO.....	xi
LISTA DE FIGURAS .....	xv
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT .....	xx
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.3. ANTECEDENTES .....	2
1.4. HIPÓTESIS .....	4
1.4.1. Hipótesis General .....	4
1.4.2. Hipótesis Específicas .....	4
1.5. OBJETIVOS.....	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos .....	5
1.6. ALCANCE .....	5
1.7. VARIABLES.....	6
1.7.1. Variable Independiente .....	6
1.7.2. Variable Dependiente.....	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	7

2.1.	RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON LASTRE DE AGREGADOS DE ALUVIALES DE RÍO. ....	7
2.1.1.	<i>Hormigones</i> .....	7
2.1.2.	<i>El hormigón como material de construcción</i> .....	9
2.1.3.	<i>Agregados</i> .....	13
2.1.4.	<i>Canto Rodado (Lastre)</i> .....	14
2.1.5.	<i>Piedra picada</i> .....	14
2.1.6.	<i>Arena</i> .....	15
2.1.7.	<i>Propiedades principales de los agregados</i> .....	15
2.1.8.	<i>Morteros</i> .....	18
2.1.9.	<i>Normas ACI 211.1</i> .....	19
2.1.10.	<i>Normas ASTM C33-03</i> .....	20
2.1.11.	<i>Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC</i> .....	20
2.1.12.	<i>Norma INEN 1573 (ASTM C 39)</i> .....	20
2.1.13.	<i>Norma NTE INEN 1573</i> .....	20
2.1.14.	<i>Caracterización de los materiales</i> .....	21
2.1.15.	<i>Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso Norma NTE INEN 696 (ASTM C-136)</i> .....	22
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....		24
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	24
3.1.1.	<i>Tipo</i> .....	24
3.1.2.	<i>Nivel</i> .....	24
3.2.	MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	25
3.2.1.	<i>Método</i> .....	25
3.2.2.	<i>Enfoque</i> .....	26
3.2.3.	<i>Diseño de la Investigación</i> .....	26
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	26

3.3.1.	<i>Población</i> .....	26
3.3.2.	<i>Muestra</i> .....	27
3.3.3.	<i>Muestreo</i> .....	27
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .	27
3.4.1.	<i>Técnicas</i> .....	27
3.4.2.	<i>Instrumentos de Investigación</i> .....	28
3.5.	METODOLOGÍA DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28
3.5.1.	<i>Metodología del objetivo específico 1: Determinar las propiedades de los materiales del agregado triturado y canto rodado.</i> .....	28
3.5.2.	<i>Metodología del objetivo específico 2: Diseño y elaboración de varias muestras de hormigón</i> .....	29
3.5.3.	<i>Metodología del objetivo específico 3: Análisis del comportamiento de los tres diseños propuestos del agregado triturado y canto rodado.</i> .....	29
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....		31
4.1.	MODELO PATRÓN: MATERIAL CONVENCIONAL (CEMENTO, GRAVA TRITURADA, ARENA Y AGUA) .....	32
4.1.1.	<i>Granulometría agregado grueso (calizas huayco)</i> .....	32
4.1.2.	<i>Peso de agregado grueso (calizas huayco)</i> .....	33
4.1.3.	<i>Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)</i> .....	34
4.1.4.	<i>Humedad de Grava</i> .....	34
4.2.	AGREGADO FINO CANTERA “EL TRIUNFO”.....	35
4.2.1.	<i>Peso Volumétrico de Agregado fino</i> .....	35
4.2.2.	<i>Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)</i> .....	35
4.2.3.	<i>Granulometría del Agregado Fino</i> .....	36
4.2.4.	<i>Contenido de humedad de la arena</i> .....	37
4.3.	DISEÑO PATRÓN DE HORMIGÓN f'c 240kg/cm <sup>2</sup> .....	38

4.3.1.	<i>Selección de valores de resistencia promedio requerida a compresión (<math>f'_{cr}</math>) (todos los valores de resistencias están en MPa). Cuando la desviación estándar es desconocida .....</i>	38
4.3.2.	<i>Selección de revenimiento (slump) y relación agua cemento .....</i>	39
4.3.3.	<i>Cantidad de Agua.....</i>	41
4.3.4.	<i>Cantidad de Cemento.....</i>	41
4.3.5.	<i>Cantidad de Agregado Grueso.....</i>	42
4.3.6.	<i>Cantidad de Agregado Fino.....</i>	43
4.4.	DISEÑO DE HORMIGÓN $f'_{c}$ 240kg/cm <sup>2</sup> CANTO RODADO ALUVIAL RIO SAN PABLO .....	47
4.5.	DISEÑO CON AGREGADOS DEL CAUCE DEL RÍO ZAPOTAL ...	57
4.6.	DISEÑO DE MORTEROS CON EL AGREGADO FINO DE CANTO RODADO (LASTRE) ALUVIAL RÍO SAN PABLO Y RÍO ZAPOTAL .....	67
4.7.	Consolidado Comparativo de la Resistencia a Compresión, Eficiencia y Comportamiento del Diseño de Hormigón de $f'_{c}$ = 240 kg/cm <sup>2</sup> de los Aluviales del Río San Pablo y Río Zapotal. ....	69
4.8.	Consolidado Comparativo de la Resistencia a Compresión, y Comportamiento del Diseño de Mortero de M20 (20Mpa) de los Aluviales del Río San Pablo y Río Zapotal. ....	71
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		73
5.1.	CONCLUSIONES.....	73
5.2.	RECOMENDACIONES .....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		75
ANEXOS .....		79

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de morteros .....	18
Figura 2: Granulometría agregado grueso.....	33
Figura 3. Granulometría para agregado fino .....	37
Figura 4. Resistencia Hormigón f'c 240 kg/cm <sup>2</sup> (Muestra de control) .....	46
Figura 5. Eficiencia hormigón f'c 240 kg/cm <sup>2</sup> (muestra de control) .....	46
Figura 6. Comportamiento del hormigón f'c 240 kg/cm <sup>2</sup> (muestra de control) ...	47
Figura 7. Granulometría Agregado Grueso Canto Rodado Río San Pablo.....	49
Figura 8. Granulometría Agregado Fino Canto Rodado Río San Pablo.....	50
Figura 9. Resistencia de Hormigón Canto Rodado (Lastre) proveniente de la provincia Los Ríos f'c=240 kg/cm <sup>2</sup> .....	56
Figura 10. Eficiencia de Hormigón Canto Rodado (Lastre) Río San Pablo f'c=240 kg/cm <sup>2</sup> .....	56
Figura 11. Diseño canto rodado Babahoyo f'c=240 kg/cm <sup>2</sup> .....	57
Figura 12. Granulometría Agregado Grueso Río Zapotal f'c 240 kg/cm <sup>2</sup> .....	59
Figura 13. Granulometría Agregado Fino Canto Rodado (Lastre) Zapotal f'c 240 kg/cm <sup>2</sup> .....	60
Figura 14. Resistencia de Hormigón Canto rodado Zapotal f'c=240 kg/cm <sup>2</sup> .....	66
Figura 15. Eficiencia de Hormigón Canto Rodado (Lastre) Río Zapotal f'c=240 kg/cm <sup>2</sup> .....	66
Figura 16. Figura: Diseño canto rodado Zapotal f'c=240 kg/cm <sup>2</sup> .....	67
Figura 17. Consolidado Comparativo de Resistencias de Hormigones f'c=240 kg/cm <sup>2</sup> .....	70
Figura 18. Consolidado Comparativo de Eficiencia de Hormigones f'c=240 kg/cm <sup>2</sup> .....	70
Figura 19. Consolidado Comparativo del Comportamiento de Hormigones f'c=240 kg/cm <sup>2</sup> .....	71
Figura 20: Comparación Resistencia a compresión de morteros Ríos San Pablo (Los Ríos) y Zapotal (Sta. Elena) .....	72
Figura 21: Comparación Eficiencia-Comportamiento de Mortero M20 con Agregados de los Ríos San Pablo (Los Ríos) y Zapotal (Sta. Elena) .....	72



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas en el uso del hormigón .....	8
Tabla 2. Tipos de mezclas de concreto en el sector de la construcción .....	9
Tabla 3. Propiedades físicas y químicas del cemento .....	11
Tabla 4. Resistencia promedio requerida a compresión ( $f'_{cr}$ ) (todos los valores de resistencias están en MPa). .....	21
Tabla 5. Resistencia promedio requerida a compresión ( $f'_{cr}$ ) (todos los valores de resistencias están en Mpa). Cuando la desviación estándar es desconocida.....	21
Tabla 6. Operacionalización de las variables .....	30
Tabla 7. Granulometría del agregado grueso .....	32
Tabla 8. Especificaciones ASTM para granulometría del agregado grueso .....	33
Tabla 9. Agregado grueso (calizas huayco) .....	34
Tabla 10. Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.) y Absorción.....	34
Tabla 11. <i>Humedad de la grava</i> .....	35
Tabla 12. Peso Volumétrico de Agregado fino .....	35
Tabla 13. Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.) .....	36
Tabla 14. Granulometría Agregado Fino .....	36
Tabla 15. Humedad de Arena.....	37
Tabla 16. Datos de Diseño .....	38
Tabla 17. Diseño de hormigón modelo patrón.....	38
Tabla 18. Diseño de Hormigón $f'_{c}$ 240kg/cm <sup>2</sup> .....	39
Tabla 19. Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción.....	39
Tabla 20. <i>Relación entre la relación agua- cemento o agua-materiales cementosos y la resistencia a la compresión del hormigón</i> .....	40
Tabla 21. ACI 211 Comité .....	41
Tabla 22. Volumen de Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto .	42
Tabla 23. Agregado Fino.....	43
Tabla 24. Corrección ACI 211.1 (60% - 40%) Agregados grueso y fino.....	44
Tabla 25. Corrección por Humedad y Absorción .....	44
Tabla 26. Para Fundir Probetas .....	44

Tabla 27. Rotura de probetas cilíndricas ensayadas a compresión 3, 7, 14 y 28 días. .....	45
Tabla 28. Agregado canto rodado aluvial del rio San Pablo Provincia de Los Ríos .....	47
Tabla 29. Humedad de Grava.....	48
Tabla 30. Granulometría Agregado de Canto Rodado.....	48
Tabla 31. Agregado fino aluvial del rio San Pablo Prov. de Los Ríos .....	49
Tabla 32. Densidad Saturada y Humedad de Agregado Fino. ....	50
Tabla 33. Granulometría de Agregado fino para diseño de Canto Rodado (Lastre) de la Provincia Los Ríos .....	50
Tabla 34. Datos para diseño .....	51
Tabla 35. Diseño de Hormigón con Canto Rodado (Lastre) 240kg/cm <sup>2</sup> provincia de Los Ríos. ....	51
Tabla 36. Cantidad de Agua.....	52
Tabla 37. Cantidad de Agregado Fino .....	53
Tabla 38. Corrección por humedad y absorción .....	54
Tabla 39. Para Fundir testigos.....	54
Tabla 40. Datos Cilindro .....	54
Tabla 41. Rotura de probetas cilíndricas del diseño de Canto rodado (Lastre) Rio San Pablo ensayadas a compresión 3, 7, 14 y 28 días.....	55
Tabla 42. Agregado grueso del cauce del Rio Zapotal .....	57
Tabla 43. Densidad saturada superficialmente seca (D.S.S.S.) .....	58
Tabla 44. Humedad de Grava.....	58
Tabla 45. Granulometría agregado grueso .....	58
Tabla 46. Agregado fino aluvial del rio Zapotal Prov. Santa Elena .....	59
Tabla 47. Densidad Saturada y Humedad de Agregado Fino y material Río Zapotal. .....	59
Tabla 48. Granulometría de Agregado fino para diseño de Canto Rodado (Lastre) del Río Zapotal Provincia de Santa Elena.....	60
Tabla 49. Datos para diseño .....	61
Tabla 50. Diseño de Hormigón con Canto Rodado (Lastre) 240kg/cm <sup>2</sup> Río Zapotal .....	61

Tabla 51. Cantidad de Agua.....	62
Tabla 52. Cantidad de Agregado Fino .....	63
Tabla 53. Corrección por humedad y absorción .....	64
Tabla 54. Para Fundir testigos.....	64
Tabla 55. Datos Cilindro .....	64
Tabla 56. Rotura de probetas cilíndricas del diseño de Canto rodado (Lastre) Río Zapotal ensayadas a compresión 3, 7, 14 y 28 días. ....	65
Tabla 57. Resistencia mínima a compresión 28 días (MPa) .....	67
Tabla 58. Resultados de la Compresión de Morteros Agregado Fino del Canto Rodado (Lastre) Aluvial Río San Pablo y Río Zapotal.....	68

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGÓN F´c 240 Kg/ cm<sup>2</sup> Y MORTEROS ELABORADOS CON LASTRE DE LOS ALUVIALES DEL RÍO SAN PABLO (EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS) Y AGREGADOS DEL RIO ZAPOTAL (CANTÓN SANTA ELENA)”

Autores: Rosales Suárez Marianela Rocío

Guaranda Reyes Lester Alexander

Tutor: Ing. Gastón Nicolás Proaño Cadena. MSc.

## RESUMEN

El presente trabajo se efectuó, con la finalidad de realizar el análisis comparativo de la resistencia de hormigón F´c 240 Kg/ cm<sup>2</sup> y morteros elaborados con lastre de los aluviales del río San Pablo (en la provincia de Los Ríos) y agregados del río Zapotal (cantón Santa Elena), cumpliendo las normativas y métodos utilizados para su dosificación. Para la investigación se utilizaron materiales sin alterar las características con las que se obtuvieron del lugar de origen, con el fin de diseñar un hormigón de las mismas propiedades o de mejor calidad que el elaborado en obra con los materiales convencionales (grava triturada y arena). Los agregados utilizados para este estudio fueron sometidos a ensayos granulométricos, de resistencia al desgaste, gravedad específica, absorción y peso unitario. Para ello se elaboraron probetas de hormigón y cubos de mortero para relacionar sus resistencias a la compresión a los 3, 7, 14 y 28 días; siguiendo las Normas establecidas por el ACI (American Concrete Institute), INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), y ASTM INTERNATIONAL (American Society for Testing and Material). Por las características de los materiales estudiados, se sugiere lavar los agregados antes de ser empleados, lo que daría una mejor calidad y resistencia de los hormigones y morteros que se elaboren, a pesar de que estas recomendaciones se encuentran en los diferentes textos de normas en el área de la construcción, pero que en la práctica no se lleva a cabo.

PALABRAS CLAVE: lastre, resistencia, especificaciones, compresión.

“COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESISTANCE OF CONCRETE F'c 240 Kg/cm<sup>2</sup> AND MORTAR MADE WITH BALLAST FROM THE ALLUVIALS OF THE SAN PABLO RIVER (IN THE PROVINCE OF LOS RÍOS) AND AGGREGATE FROM THE ZAPOTAL RIVER (CANTON SANTA ELENA)”

Authors: Rosales Suárez Marianela Rocio

Guaranda Reyes Lester Alexander

Academic Advisor: Ing. Gastón Proaño Cadena M

## **ABSTRACT**

The present work was carried out in order to carry out the comparative analysis of the resistance of concrete F'c 240 Kg/cm<sup>2</sup> and mortars made with ballast from the alluvial deposits of the San Pablo River (in the province of Los Ríos) and aggregates from the Zapotal River. (Santa Elena canton), complying with the regulations and methods used for its dosage. For the investigation, materials were used without altering the characteristics with which they were obtained from the place of origin, in order to reproduce a concrete with the same characteristics or better quality than the one made on site. The aggregates used for this study were subjected to granulometric, wear resistance, specific gravity, absorption and unit weight tests. Concrete specimens and mortar cubes were made to relate their compressive strengths at 3, 7, 14 and 28 days; following the ACI (American Concrete Institute) Standards for the preparation of concrete and mortar. Due to the characteristics of the materials studied, it is suggested to wash the aggregates before being used, which would give a better quality and resistance to the concretes and mortars that are made, despite the fact that these recommendations are found in the different texts of standards in the construction area, but in practice it is not carried out

**KEY WORDS:** Strength, specifications, compression, aggregates

# **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

## **1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La construcción de obras civiles y de edificaciones en la provincia de Santa Elena en la actualidad revisten de vital importancia, puesto que con las primeras lluvias en este 2022, edificaciones como las escalinatas del malecón de Ballenita, aceras y bordillos en Santa Elena (en construcción) sufrieron estragos y se destruyeron, por lo que se requiere realizar un análisis sobre la calidad de los materiales que se usan en las diferentes obras que se llevan a cabo a fin de dar una solución a esta problemática y así obtener calidad, resistencia y durabilidad en las diferentes obras, para satisfacción de la ciudadanía. Contreras, (2018).

En la provincia de Santa Elena, el uso de materiales con agregados de aluviales se lo utiliza sin antes llevar a cabo un estudio comparativo de la resistencia de cada uno de ellos para garantizar que las diferentes estructuras se elaboren se ejecuten con las normas técnicas de construcción NEC-15 y así cumplan con las leyes y den seguridad a las personas que usaran estas obras, sin embargo, en la provincia no existe una base de datos de estudios de agregados de aluviales actualizada para determinar y certificar la utilización de los materiales para la construcción de elementos estructurales, lo que genera un alto grado de incertidumbre y riesgo por desconocer los parámetros básicos para garantizar su uso.

La importancia del presente trabajo de investigación propone realizar los estudios necesarios para conocer las propiedades físicas y mecánicas de los agregados finos y gruesos como la influencia de la resistencia en el concreto, desgaste por abrasión, contenido de absorción-humedad, peso específico de los agregados, desgaste por durabilidad al estar expuesto ante el ataque de sulfato de magnesio, para determinar si es factible o no el uso de estos materiales; basados en los resultados de los ensayos de resistencia de hormigones y morteros elaborados con agregados de aluviales del río San Pablo (en la provincia de Los Ríos) y agregados del río Zapotal (cantón Santa Elena).

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿De qué manera las propiedades técnicas de los hormigones y morteros que son elaborados con lastre de aluviales del río San Pablo (en la provincia de Los Ríos) y agregados del río Zapotal (cantón Santa Elena), influyen para conocer la calidad del producto final en la construcción?

## **1.3. ANTECEDENTES**

Es importante conocer todo lo concerniente a situaciones que se pueden presentar en el área de la construcción, con relación a la utilización de materiales pétreos, por lo que se hace necesario establecer propiedades mecánicas y físicas para conocer la calidad del producto final, por lo tanto, se exponen investigaciones relacionadas con la temática de estudio:

Se presentó un trabajo de Ortega Castro Alberto Renán, (2013), donde se hace el estudio de tres canteras o minas: Cantera Villacrés, Playa Llagchoa y Planta Industrial de Trituración de Áridos, las mismas que abastecen de material pétreo para la construcción de obras civiles en la ciudad de Ambato y sus alrededores. La investigación consistió en acudir a las minas antes nombradas y obtener material pétreo con el consentimiento de los propietarios de las mismas, estas muestras fueron llevadas al Laboratorio de Materiales de la Universidad Técnica de Ambato en donde pasaron por diversos ensayos con la finalidad de obtener sus propiedades mecánicas y así proceder a realizar el cálculo de la dosificación para hormigones de diferentes resistencias a compresión y asentamientos.

Otro de los trabajos analizados es el presentado por Garzón Vélez, Gonzalo Rafael, (2009), cuya temática versa sobre: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON AGREGADOS DE GUAYAQUIL, PORTOVIEJO Y POSORJA, donde se estableció encontrar las diferencias de los agregados utilizados en la elaboración de hormigones. Así como la inaplicabilidad de ciertas normas y métodos utilizados para su dosificación. Para la investigación se utilizaron materiales sin alterar las características con las que llegan al lugar de trabajo.

Los agregados utilizados para este estudio fueron sometidos a ensayos granulométricos, de resistencia al desgaste, gravedad específica, absorción y peso unitario. Se elaboraron probetas de hormigón y cubos de mortero para relacionar sus resistencias a los 3 y 7 días. Y el diseño del hormigón se lo hizo siguiendo las Normas del ACI (American Concrete Institute). (2019)

Calderón (2015) señala que, los obreros utilizan empíricamente en la construcción de un gran número de obras civiles y obras viales, materiales pétreos provenientes de ríos, para la preparación de concreto hidráulico. Como resultado, se construyen obras muy inseguras, no sólo ante la presencia de un sismo, sino también a su propia carga. Por lo tanto, esta tesis tiene como objetivo presentar dos diseños de hormigón para asegurar resistencia, funcionalidad, durabilidad y economía, esto es, resistencias a la compresión de 210 y 280 Kg/cm<sup>2</sup>, a través de los métodos ACI y O'Reilly, utilizando agregados pétreos tipo canto rodado, provenientes del río Chanchan.

Por último, se analizó el trabajo de titulación de Arauz Abad, Danny Gabriel, (2019), cuya temática giraba en torno a: ANÁLISIS COMPARATIVO DE HORMIGONES CON RESISTENCIA DE 35 Y 21 MPa UTILIZANDO MATERIALES DE CANTERA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS Y PORTOVIEJO, donde se realizó un análisis comparativo entre un nuevo material que está siendo comercializado en la provincia de Manabí llamado Roca-Arena, el cual es extraído de cantera Picoazá ubicada en la ciudad de Portoviejo, con la finalidad de comprobar que tan propicio es realizar hormigones de resistencia de 35 y 21 MPa, las cuales son utilizadas para la elaboración de pavimentos rígidos y obras de artes en carreteras de la provincia.

El material Roca-Arena surge de la necesidad de reducir los espacios de acopio en obra, así como también reducir los gastos en transporte, debido a que este material es una mezcla pre-elaborada combinada con agregados finos y agregados gruesos listos para ser utilizados en la dosificación como menciona. Alvarado, (2018), en la resistencia del hormigón que se requiera. Según el análisis comparativo entre ambos materiales se comprobó que es satisfactorio realizar hormigones con este material denominado Roca-Arena y realizar estudios más exhaustivos con este material.



## 1.4. HIPÓTESIS

### 1.4.1. *Hipótesis General*

La acción de elaborar hormigones y morteros con lastre provenientes de agregados aluviales del río San Pablo (en la provincia de Los Ríos) y agregados del río Zapotal (cantón Santa Elena), afectarán a las obras civiles que se llevan a cabo en Santa Elena.

### 1.4.2. *Hipótesis Específicas*

- ✓ **H.E1.:** Existirá diferencia significativa entre los Áridos para la elaboración de hormigón en el diseño del modelo patrón (Agregado triturado); y los modelos elaborados con canto rodado (lastre) de los Aluviales del Río San Pablo (Provincia de los Ríos) y Río Zapotal (Cantón Santa Elena).
- ✓ **H.E2.:** Los morteros elaborados con los aluviales del Río San Pablo (Provincia de los Ríos) y Río Zapotal (Cantón Santa Elena) mostrarán una diferencia significativa con respecto al ensayo de resistencia a la compresión.
- ✓ **H.E3.:** Los diseños de hormigones y morteros elaborados con Agregado triturado (material convencional) y canto rodado (lastre) presentarán diferencias en sus porcentajes obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión

## 1.5. OBJETIVOS

### 1.5.1. *Objetivo General*

Comparar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados proveniente de los aluviales del río San Pablo (en la Provincia de Los Ríos) y del río Zapotal (Cantón Santa Elena), y comprobar la calidad del producto final en la elaboración de hormigones y morteros que servirán en el área de construcción de obras civiles.

### **1.5.2. *Objetivos Específicos***

- ✓ **O.E1.:** Determinar las propiedades de los materiales para conocer la resistencia de los hormigones y morteros elaborados con agregado triturado, lastre de los aluviales del río San Pablo (en la provincia de Los Ríos) y río Zapotal (cantón Santa Elena).
  
- ✓ **O.E2.:** Diseñar y elaborar varias muestras de hormigón con la resistencia especificada con agregado triturado y material proveniente de los aluviales del río San Pablo (en la provincia de Los Ríos) y agregados del río Zapotal (cantón Santa Elena).
  
- ✓ **O.E3.:** Analizar el comportamiento de los tres diseños propuestos elaborados con agregado triturado y con materiales provenientes de aluviales del río San Pablo (en la provincia de Los Ríos) y agregados del río Zapotal (cantón Santa Elena).

## **1.6. ALCANCE**

En la actualidad, se llevan a cabo construcciones y diferentes obras en la provincia de Santa Elena utilizando lastre de diferentes sectores, sin embargo los constructores que adquieren dicho material lo utilizan sin conocer sus propiedades y por ende esto genera un alto grado de incertidumbre al momento de realizar el hormigón, mortero, ya que al no conocer las propiedades de sus componentes no se puede conocer a ciencia cierta, si estas estructuras alcanzarán la resistencia esperada, para brindar la seguridad requerida en este tipo de obras. Bohórquez, (2017)

Pineda, (2016) describe que estas propiedades deben cumplir con las diferentes normas que rigen en el país y de otras establecidas a nivel internacional, para la elaboración de hormigón, sin embargo ni las personas que se dedican a la venta, ni los propietarios de expendio de estos materiales exigen estos requisitos, ni los mismos constructores se han preocupado en determinarlas y es por eso que en muchos casos al realizar hormigón con cemento de calidad, agua potable y las

cantidades necesarias de material, no se llega a la resistencia requerida del hormigón de igual manera otro problema al momento de realizar hormigón y morteros es que se utilizan cantidades asumidas a través de la experiencia del constructor o del mismo maestro de obra, sin embargo, si nos adentramos en el campo de la dosificación sabremos que al momento de calcularla esta varía de acuerdo al sitio de donde se extrae el material, debido a que las propiedades de los agregados no van a ser nunca las mismas, por lo que siempre existirá falencias al determinar que cantidades de agregados y de que características deben ser usadas en las distintas obras civiles a efectuarse en el área de la construcción Mayorga, (2017)

Como expresa González, (2019), cuando no se obtiene la resistencia deseada queda como única explicación que la calidad de los agregados fue la que influyó en la construcción, entonces resulta sumamente importante la necesidad de determinarlas antes de usarlas en las obras civiles que se realizan en los diferentes sectores del país y así establecer la calidad de los trabajos que se llevan a cabo; el propósito de la presente investigación es encontrar la dosificación adecuada con los agregados proveniente de los aluviales para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del mismo y sirva como recomendación en la autoconstrucción de viviendas de la Provincia de Santa Elena.

## **1.7. VARIABLES**

### ***1.7.1. Variable Independiente***

- Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del lastre de los aluviales del río San Pablo (en la provincia de Los Ríos) y agregados del río Zapotal (cantón Santa Elena).

### ***1.7.2. Variable Dependiente***

- Resistencia de hormigones y morteros elaborados con lastre de agregados aluviales del río San Pablo (en la provincia de Los Ríos) y agregados del río Zapotal (cantón Santa Elena).

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. RESISTENCIA DE HORMIGONES Y MORTEROS ELABORADOS CON LASTRE DE AGREGADOS DE ALUVIALES DE RÍO.**

#### ***2.1.1. Hormigones***

Al establecer una idea clara de lo que es el hormigón, se podría manifestar que es una mezcla de varios materiales o componentes, entre los cuales se menciona: cemento, piedra y arena, que junto al acero dan forma a una estructura que sirve de base para una determinada construcción arquitectónica que permitirá dar abrigo, protección y satisfacer las necesidades básicas más elementales del ser humano. Carrera, (2018)

De acuerdo con lo expresado por Moreno, (2018), sobre la temática de estudio, describe: Este compuesto se usa en la construcción y que se lo puede ver en grandes obras de ingeniería civil como estadios, edificios, centros comerciales, puentes, en la elaboración de viviendas, entre muchas otras grandes y pequeñas edificaciones. Hoy día es uno de los artículos más usado y el que deja mejores dividendos gracias a su maleabilidad y su rápido secado. (p. 44)

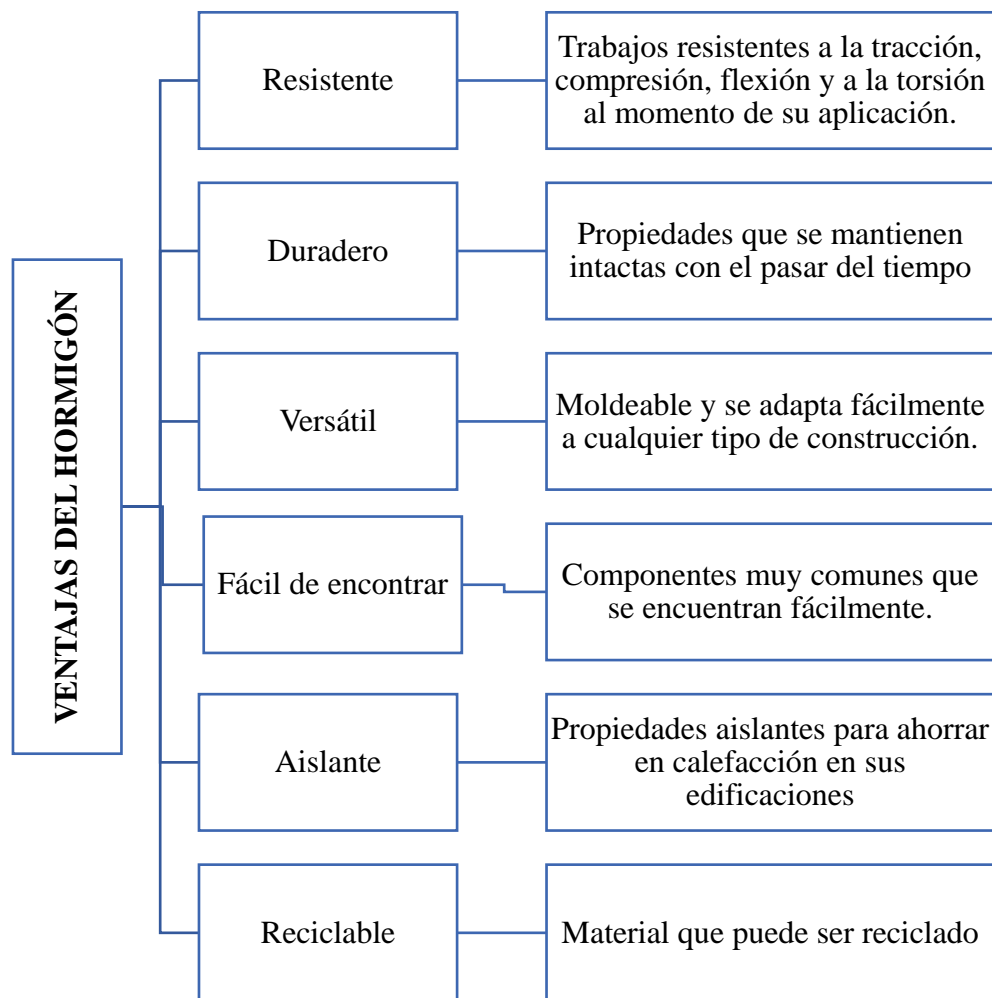
Este elemento muy usado en el sector de la construcción posee características únicas como versatilidad, resistencia y sumisión a las condiciones plásticas que se generan en el medio ambiente, que le permite un cambio para que sea moldeado en distintas formas; además de ser resistente a la compresión, puede absorber esfuerzos de tracción por medio de armados o tensados muy común en el sector de la construcción dentro de las propiedades del hormigón podemos mencionar las siguientes: trabajabilidad que se la determina generalmente en obra con el ensayo de asentamiento (Cono de Abrams), consistencia, homogeneidad, densidad, permeabilidad y retracción Cifuentes, (2019).

a) *Ventajas en el uso del Hormigón:*

De acuerdo con lo expuesto por Barrionuevo, (2017), “existen algunas características que permiten establecer las ventajas en el uso del hormigón y más aún si este es utilizado con armaduras metálicas, lo que genera una mayor durabilidad y resistencia a los esfuerzos de tracción, entre los cuales se cita los siguientes en la Tabla 1:

**Tabla 1.**

*Ventajas en el uso del hormigón*



*Nota:* Tomado y Adaptado de: *Moreno, (2018)* Resistencia a tensión del concreto elaborado con agregado calizo de alta absorción.

Otro de los aspectos por lo que el uso del hormigón es muy práctico, es que permite el uso de aditivos, los mismos que pueden establecer efecto: acelerador, retardador o plastificante, de acuerdo con las necesidades del ejecutor de una obra, estableciendo de esta manera que cantidad de cargas, fibras, pigmentos y aditivos

requieran, también, se puede lograr una mejor adhesión, impermeabilización, coloración del hormigón y mucho más, generando obras de mayor calidad y durabilidad. Mayorga, (2017).

### 2.1.2. *El hormigón como material de construcción*

El ser humano, a través de los años aprendió a usar los materiales de construcción de la mejor manera, por lo que, el hormigón resalta como elemento principal en los trabajos de ingeniería, y se dosifica de acuerdo a la envergadura del proyecto a construir y así obtener un mejor rendimiento y calidad en el proceso constructivo. Obregón, (2017).

Hoy se tiene un esquema estándar para la elaboración del hormigón, el cuál consta de: cemento, piedras, agua, grava y arena, éstos al ser mezclados, el agua se convierte en un elemento vital pues proporciona la hidratación necesaria para su mezcla y que luego de un período de tiempo y de acuerdo con la temperatura, va a obtener su solidez, lo que permitirá darle los acabados a la obra. Gagg, (2014), proporciona una serie de tipos de mezclas de hormigón que se pueden realizar, los mismos que se encuentran detallados en la Tabla 2.

**Tabla 2.**

*Tipos de mezclas de concreto en el sector de la construcción*

	Cemento (%)	Agua (%)	Aire (%)	Agregados finos (%)	Agregados Gruesos (%)	Totales
Mezcla 1	15	18	8	28	31	100
Mezcla 2	7	14	4	24	51	100
Mezcla 3	15	21	3	30	31	100
Mezcla 4	7	16	0,5	25,5	51	100

*Nota:* Tomada y Adaptada de Gagg, (2014). Cement and concrete as an engineering material: An historic appraisal and case study analysis

Como se observa en esta Tabla 2, existe el elemento aire, el cual fue incorporado en el año 1930, lo que se constituyó en un gran avance en el sector de la construcción de aquellos días, pues se agregaba o se mencionaba un nuevo elemento que de manera controlada al momento de realizar la mezcla del hormigón

iba a mejorar la resistencia en las distintas construcciones a ser llevadas a cabo. Menoscal, (2021)

“La presencia de burbujas de aire en la mezcla de concreto también mejora su trabajabilidad. Las burbujas actúan como cojinetes que aumentan la plasticidad sin tener que cambiar la relación agua / cemento”. Moreno, Solís & Varela, (2016). Durante este proceso se reduce la fricción que ocurre durante la fase de introducción del concreto al sitio de la obra, lo que genera una mayor productividad en relación materiales – costos.

Desde la posición de Quinteros, (2017), expresa: En la actualidad con el uso de la variedad de hormigón que existen en el área de la construcción se pueden realizar una serie de obras de todos los tamaños, desde casas, carreteras, puentes, edificios, bloques, y una variedad de obras de ingeniería, que permiten al ser humano disfrutar de la belleza arquitectónica actual, fruto de las destrezas y habilidades del ser humano. Pero más allá de ello, es necesario mencionar que: Todas estas estructuras mencionadas anteriormente, perseveran en el tiempo por diversas características, donde la relación entre “la resistencia y edad del hormigón”, es una de ellas, evaluada por medio de la fuerza que se expresa en mega pascales (MPa)”. Porrero, J. (2017).

Lo que conlleva a establecer que la relación agua / cemento pueden ser evaluadas para lograr mejores resultados en concordancia con situaciones de variación del clima, tiempo de ejecución de la obra; pero lo que hay que tener en cuenta siempre es que el hormigón, es más resistente si la relación agua / cemento decrece. Peralta, (2017)

#### ***a) Composición del Hormigón***

- **Cemento:** El cemento que se utiliza en el sector de la construcción se elabora a una temperatura de 1350° C., basados en una mezcla de caliza y arcilla previamente seleccionados y que cumplen con los estándares de la Norma NTE INEN 2380:2011 equivalente a la Norma ASTM-C1157, mediante un proceso llamado Clinker. Nájera, (2014).

Pueden existir 2 tipos de cementos, uno no hidráulico y otro hidráulico. El no hidráulico no actúa utilizando el agua como agente aglutinante, reaccionando mejor con el dióxido de carbono del aire, mientras que, el hidráulico, es el más común, popular y utilizado dentro de las obras de ingeniería que se llevan a cabo en el sector de la construcción, un ejemplo de estos es el cemento portland, por su bajo costo y rendimiento. Terreros, (2018), por lo tanto, se requiere que en cada equipo de construcción exista un departamento de calidad, el mismo que estará encargado de realizar las distintas verificaciones con los materiales, que existen en el mercado de la construcción y que van a ser utilizados, Laredo, (2015), por lo tanto es indispensable que cada uno de ellos cumpla con las especificaciones técnicas, para que no presente ningún tipo de problemas que puedan ocasionar que la obra sufra retrasos o paralizaciones por la calidad de los materiales.

***b) Otros tipos de cementos menos conocidos son:***

- “Tipo GU: Uso General
- Tipo HE: Alta resistencia inicial.
- Tipo MS: Moderada Resistencia de sulfatos.
- Tipo Hs: Alta resistencia de sulfatos”. (Porrero J. , 2017)

***c) Propiedades físicas y químicas del cemento.***

**Tabla 3.**

*Propiedades físicas y químicas del cemento*

<b>PROPIEDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>
Masa específica	3,12
Superficie específica	4,743
Tiempo de fraguado	110
Expansión de volumen	3
Resistencia a la comprensión a los 3 días (MPa)	44,40

*Nota:* Tomado y Adaptado de Soto, (2018).

- **Agua:** El contenido del agua en el hormigón, permite que este desarrolle una fuerza de compresión adecuada, sin embargo, esto está relacionado con varios factores, como lo son: la textura, tamaño y forma de los



materiales agregados, junto a la capacidad de la mezcla en la absorción de aire. Algunos autores han descrito que puede haber un aumento de la fuerza de 10 a 25 kg, si se agrega 2 kg de agua por mililitro, esto incrementaría el asentamiento del concreto en 1 pulgada. Intriago, (2017)

Uno de los conceptos relacionados con este material es la “Ley de Abrams”, el cual es aplicable dentro de la ingeniería civil, estableciendo que la cantidad de agua y cemento, esta inversamente relacionado con la resistencia del concreto. Mientras aumenta el contenido del agua, disminuye la resistencia del hormigón. Ordoñez, (2019).

#### ***d) Resistencia a la compresión del concreto***

Es la habilidad del hormigón a oponerse a la acción del aplastamiento, observándose habitualmente en los materiales que son empleados para la construcción de todo tipo de estructuras. Una de las fuentes de información referente a este tema, son los realizados en los cilindros de concreto, los cuales aportan información de las propiedades mecánicas del material y de su comportamiento de forma detallada ante cargas estáticas o cargas que ascienden gradualmente en el tiempo. Contreras, (2016)

Este término también se observa en cargas dinámicas, sobre todo en situaciones de movimientos tectónicos, donde se ha comprobado que, obteniendo los datos de la resistencia a la compresión, se pueden evitar desastres urbanos por eventos naturales como lo son los terremotos. Sin embargo, algunos autores manifiestan que, a pesar de tener todos los cálculos para prevenir dichos eventos, no se puede tener el conocimiento total de cómo se comportaría el concreto ante fuerzas sísmicas partiendo de cómo se comporta ante cargas estáticas. Hernández, (2018).

La resistencia a la compresión evalúa la calidad del hormigón de una forma sencilla, rápida, eficaz y es empleada con frecuencia en los cálculos para el diseño de las estructuras. El fenómeno de la contracción del concreto también provoca

esfuerzos de tensión en este material, por lo general los elementos constructivos están sujetos a restricciones físicas que impiden la reducción de sus dimensiones. Godillo, (2017).

Ejemplos de esto son la contracción por cambio de temperatura, y la contracción asociada al secado y endurecimiento del concreto. En términos generales es difícil obtener la resistencia a tensión del concreto en forma directa, por lo que se determina por métodos indirectos, como son las pruebas de tensión por compresión y de tensión por flexión.

Los resultados de la primera se utilizan para determinar el agrietamiento por cortante, mientras que los de la segunda, para el agrietamiento por flexión. Se ha observado que la variabilidad de los resultados es mayor en la prueba de tensión por flexión. Moreno, (2016).

### ***2.1.3. Agregados***

Los diferentes agregados que se utilizan en el área de la construcción reciben la denominación de áridos que no son más que fragmentos o material pétreo, cuya principal finalidad es la de proveer a la mezcla de hormigón de características que permitan obtener una disminución en la retracción plástica, la misma que generará beneficios al trabajo que se realiza, dotándoles de resistencia y durabilidad. Borrero, (2016).

De acuerdo con el criterio de Porrero, (2004), quien expresa: Los agregados constituyen la mayor parte de los elementos del hormigón, los mismos que llegan a establecerse en un 75% u 80% de su peso establecido, lo que permite visualizar que la calidad de estos componentes debe ser óptima para así obtener una mezcla que genere rentabilidad a la obra en construcción.

Por lo que, las propiedades y características de cada uno de ellos deben ser acordes, a fin de garantizar la trabajabilidad, las exigencias en el contenido de la mezcla y la adherencia con los demás elementos y el desarrollo de las resistencias mecánicas, así generar proporcionalidad en la elaboración de esta. Viteri, (2016).

#### **2.1.4. Canto Rodado (Lastre)**

Los cantos rodados son rocas sueltas, de tipo redondeadas y de una tonalidad, superficie suave, que en su mayoría son producto de erosiones, las mismas que son arrastrados por las corrientes de los ríos; las cuales son producidas de rocas ígneas, de los grandes glaciares, las mismas que sirven para el área de la construcción con lo cual se gana calidad y durabilidad en los proyectos que se lleven a cabo. Carrera, (2018).

Según las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOPA-001-F-2002 describe que los cantos rodados (lastre) son utilizados en las construcciones de las carreteras, como materiales de mejoramiento, sub base clase 3 y base clase 4 debido a que cumple con las normas establecidas; por otro existen una gran cantidad de obras civiles y obras viales que utilizan como material pétreo el canto rodado de una manera muy empírica es decir sin ningún sustento técnico por lo que a veces se construye obras muy inseguras no solo ante la presencia de sismo si no frente a sus propias cargas. Calderón Edgar, (2015).

#### **2.1.5. Piedra picada**

Las piedras de gran tamaño deben ser reducidas a un mínimo de 10 a 25 mm para que de este modo se puede obtener una gravilla que cumpla los requisitos que se exige para este tipo de trabajos y que los refuerzos necesarios no sean demasiado grandes por lo que debe resultar un material sumamente adherible al concreto y que todos deben de ser adecuados al trabajo que se pretende realizar por lo que su resistencia no debe de tener una calidad menor a la requerida en las normas internacionales de construcción. Gutiérrez, (2017).

La piedra picada debe tener forma y consistencia adecuada, porque esto incide en la resistencia y consistencia del concreto, sin estas características en forma y tamaño resultará perjudicial para ser considerada como elemento del concreto. Villegas, (2017) para trabajos que requieren ser bien elaborados se debe tener el material adecuado y así proporcionar un buen elemento que pueda ser usado en las diferentes obras de construcciones civiles que benefician a la sociedad actual.

### **2.1.6. Arena**

Según Vanegas, (2019) la arena es otro de los elementos más usados en el área de la construcción el cual debe contener una calidad acorde a los parámetros internacionales y a las normas vigentes de la misma; la más adecuada es aquella que se la toma de los depósitos de aguas provenientes de los ríos. En algunos sectores existen minas específicamente de arena las cuales se convierten en yacimientos muy importantes y que contribuyen al mejoramiento de la calidad de la construcción, por lo tanto, su extracción requiere de una forma que permita sacarla lo más pura posible y que con ello se logre ir separando la arena gruesa de la arena fina de los ríos.

Para ello se requieren del empleo de maquinarias y herramientas indispensables para este fin y que los cauces de los ríos o de las lagunas donde se encuentra este material no sean dañados y que asimismo se proteja el ecosistema del sector, otorgándoles un valor agregado que permitirá la conservación del lugar sin dañar el medio ambiente.

### **2.1.7. Propiedades principales de los agregados**

#### **a) Granulometría**

Se establece por granulometría en las normas (INEN N., 2011) y (ASTM C33, 2001) a la composición de material en relación con el tamaño máximo nominal de las partículas que la integran una vez que se conoce la calidad del material esto permite establecer su uso como elemento del hormigón y así ser usado de manera continuo. Ordoñez, (2019)

#### **b) Resistencia de los agregados**

La resistencia de las partículas del agregado es también decisiva para la resistencia del concreto fabricado con ellos, dada su alta proporción en la mezcla, no se puede pretender que este alcance su resistencia más alta que la de las partículas de agregados pétreos que la integran. Perrero, (2004) Los concretos

hechos con agregados de baja resistencia tienen poca resistencia al desgaste, lo que puede resultar crítico en construcciones civiles, porque no resistirían su uso. La resistencia más crítica es la del agregado grueso, para evaluarla se acude al ensayo de desgaste que produce la máquina de abrasión conocida como de Los Ángeles y el ensayo de Sulfato de magnesio.

### *c) Textura*

Otra característica que algunos estudiosos relacionan directamente con la forma de las partículas es su textura superficial. No se dispone de métodos normativos para medirla, sino suele relacionarse con el tipo de roca originaria, pero evidentemente esa relación no es determinante. Por la evaluación visual del agregado se puede estimar su comportamiento en la mezcla, pero para poder cuantificar su efecto hay que recurrir a las mezclas de prueba, solo así se estará seguro de su textura. De manera general se consideran los casos extremos siguientes:

- Materiales de trituración, con superficie irregular que brinda buena adherencia. Borrero, (2016).
- Cantos rodados naturales, con superficie lisa que favorecen la fluidez y la densificación. Contreras, (2018).

En la actualidad es relativamente frecuente el empleo de cantos rodados parcialmente triturados que combinan superficies mixtas, especialmente para producir concretos con resistencias superiores a las habituales. Algunos laboratorios, para medir indirectamente la angulosidad de los agregados, miden los vacíos que produce el material en su acomodo, sabiendo que las formas redondeadas se ajustan más fácilmente y producen menos vacíos. Porrero, (2004)

### *d) Peso Especifico*

Peso del volumen absoluto de la materia sólida del agregado sin incluir huecos entre partículas, se usa para establecer la condición de volumen en ciertos

métodos de diseño de mezcla, usados en el área de la construcción, del cual hay que conocer sus características. Con esto en mente, se puede definir la noción de peso específico, que es el vínculo existente entre el peso de una cierta sustancia y el volumen correspondiente.

#### *e) Humedad*

Diferencia en peso entre el material húmedo y el mismo secado de horno; se suele expresar como porcentaje en peso, referido al material seco. El agua interna de las partículas no pasa al concreto como agua de mezclado; al contrario, cuando las partículas se encuentran muy secas, pueden absorber parte del agua de la mezcla, generando una mala calidad del producto que se quiere obtener, debido a que no tiene los porcentajes adecuados y que no se cumple con las normas de calidad, tal como lo exigen los organismos de control, de cada elemento que interviene en la mezcla. Jiménez, (2017).

El agua externa de las partículas si pasa a formar parte de la mezcla, alterando proporciones. El punto de equilibrio entre la partícula seca y la húmeda se conoce como el estado de agregado saturado con superficie seca. Esta condición no suele ser natural, sino que se logra obtener en los laboratorios realizando los ensayos, con un procedimiento que, si bien no exige alta tecnología, no resulta difícil de llevarlo a cabo. Ormaza, (2017). La humedad en exceso de este punto de equilibrio hace que, en un peso dado de agregado, haya una cierta porción de material diferente al sólido; esa cantidad de agua se incorporará a la mezcla. Por el contrario, la absorción de agua por diferencia entre la partícula seca y la saturada con superficie seca, puede retirar importantes cantidades de agua de mezcla. Estos aportes o retiros alteran consecuentemente la relación agua/cemento, o valor agregado, para obtener el peso ideal. Porrero, (2017).

#### *f) Absorción*

Es un proceso mediante el cual un líquido penetra en una determinada área y trata de ocupar los vacíos permeables existentes en un sólido determinado que tenga porosidad, que permite generar una mayor absorción de una mezcla realizada,

Montiel, (2018). Se conoce como absorción, al incremento en masa del agregado debido a la penetración de agua en los poros de las partículas, durante un período de tiempo prescrito, sin incluir el agua adherida en la superficie de las partículas, expresado como porcentaje de la masa seca.

### 2.1.8. Morteros

El mortero es un componente (mezcla) muy importante en el sector de la construcción, el cual tiene muchas aplicaciones, tales como llenar espacios que quedan en el pegado de bloques, enlucido de paredes, además de pegar elementos tales como: ladrillos, piedras, bloques de hormigón, entre otros; y su composición se establece de: conglomerantes inorgánicos, áridos y agua, además que pueden incluir posibles aditivos para acelerar o retardar el secado. Jiménez, (2017)

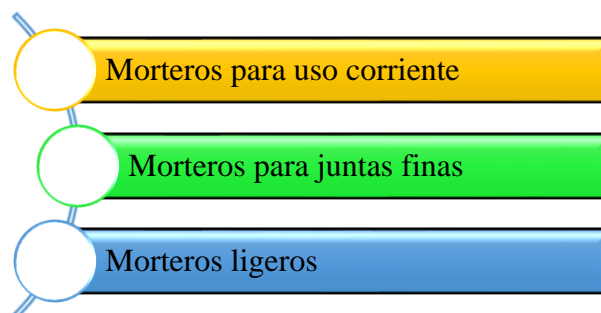
El mezclado de morteros es diferente al mezclado de concreto ya que al no tener agregado grueso tiene una consistencia; esta se la puede hacer de forma manual dentro de una artesa con un azadón o de manera mecánica en una morterera. La dosificación de los morteros varía según los materiales y el destino de la mezcla. Salazar, (2019).

#### a) Tipos de mortero según su aplicación:

En el sector de la construcción, los morteros se los clasifica en tres grupos, entre los cuales se mencionan los siguientes:

#### Figura 1.

*Tipos de morteros*



*Nota:* Tomado y Adaptado de Salazar, (2019).

- **Mortero para uso corriente:** en este sector de la construcción se usan morteros cuyo espesor sea mayor a los 3 mm, porque en su composición se usan áridos normales y su uso específicamente es para las juntas. dichas mezclas deben ser homogénea y sus componentes se deben utilizar en unas proporciones determinadas.
- **Mortero para juntas finas:** es una mezcla que son elaborados específicamente para ser trabajados en juntas cuyo diámetro este entre 1 a 3 mm; ejemplos de morteros para juntas finas: de azulejos, piezas cerámicas y revestimientos minerales de todo tipo: mosaico, vidriado, piedra natural, gres, terracota, ladrillo, baldosas
- **Morteros Ligeros:** como su nombre lo especifica, se usan áridos ligeros y cuya densidad bordea los 1500 kg/m<sup>3</sup>, ya sea en estado seco o endurecido, es de establecer que existe otra clasificación de morteros, el cual es indispensable para el sector de la construcción.

#### ***2.1.9. Normas ACI 211.1***

Estas se podrían definir cómo practicas estándar para seleccionar la proporción del hormigón de peso normal, peso pesado y peso masivo. La norma que rige los diseños de mezclas de concreto es la ACI 211.1 que, a su vez, está basada en la norma ASTM C33, donde se hace referencia a las especificaciones granulométricas del tamaño máximo nominal con respecto a las partículas. Previo a diseñar la mezcla, se debe tener estadísticas y conocer el tipo de obra que se desea construir. INEN, (2011)

La elección del asentamiento, donde en una media de 2cm puede ser adecuado para un tipo de concreto muy seco, o de 10 a 15cm para un concreto húmedo, esto es en trabajo donde la colocación del concreto sea difícil, tales como, revestimiento de túneles. Otra sería la elección del tamaño máximo nominal, es otro dato donde el mínimo de este tamaño podría ser 6cm y el máximo serian 75cm. El contenido de aire y la cantidad de agua también deben evaluarse dentro de los parámetros del ACI 211.1. INEN, (2011).



### ***2.1.10. Normas ASTM C33-03***

Especificación estándar para AGREGADOS PARA CONCRETO esta norma describe los requerimientos de granulometría; este estándar es emitido bajo la designación norma ASTM C 33, en ellos se evidencia la granulometría, tamaño nominal máximo de los agregados y a su vez definir la calidad de los agregados finos y gruesos (diferentes de los agregados livianos o pesados) para usarse en el concreto esta especificación es considerada adecuada para asegurar satisfactoriamente los materiales para mayoría de los concretos Este estándar ha sido aprobado su uso por agencias del Departamento de Defensa. Construcción, (2014).

### ***2.1.11. Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC***

Es la estructura conformada por piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero. El mortero de relleno puede colocarse en todas las celdas verticales o solamente en aquellas donde está ubicado el refuerzo, generando una mampostería de calidad. INEN, (2011).

### ***2.1.12. Norma INEN 1573 (ASTM C 39)***

Las especificaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1573 (ASTM C39). Las mezclas de hormigones se deben dosificar de acuerdo con la resistencia, para diseño propuesto de 240 kg/cm<sup>2</sup> donde la relación agua /cemento de (a/c) 0,45. Esta norma establece el método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón, cuya densidad sea mayor a los 800 kg/m<sup>3</sup>. INEN, (2011).

### ***2.1.13. Norma NTE INEN 1573***

Cuando la resistencia especificada es 35 MPa o menor, ningún resultado individual de resistencia (promedio de resistencia de dos cilindros) puede estar por debajo de la resistencia especificada, en más de 3,5 MPa; para hallar la resistencia

promedio requerida se debe sumar al valor de la Resistencia Especificada ( $f'c$ ) el valor tomado de esta tabla, que corresponda al número de ensayos y a la desviación estándar.

**Tabla 4.**

*Resistencia promedio requerida a compresión ( $f'cr$ ) (todos los valores de resistencias están en MPa).*

Número de ensayos	Desviación estándar				
	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
15	3.1	4.7	7.3	10.0	12.9
20	2.9	4.3	6.6	9.1	11,8
30 o más	2.7	4.0	5.8	8.2	10,5

*Nota.* La Resistencia Promedio Requerida ( $f'cr$ )

**Tabla 5.**

*Resistencia promedio requerida a compresión ( $f'cr$ ) (todos los valores de resistencias están en Mpa). Cuando la desviación estándar es desconocida*

Resistencia Especificada ( $f'c$ )	Resistencia Promedio Requerida ( $f'cr$ )
Menor de 21 MPa	$f'c + 7,0$
Entre 21 y 35 MPa	$f'c + 8,5$
Mayor de 35 MPa	$f'c + 10,0$

NOTA: Tomado y Adaptado de NEC – NTE INEN 1855 – 2

### **2.1.14. Caracterización de los materiales**

Se conoce al agregado como el conjunto de partículas de origen natural o artificial de diferente gradación utilizados en la fabricación del hormigón o para otros usos, que a su vez también constituyen la mayor parte del volumen y peso de la mezcla del hormigón.

La caracterización de materiales es el procedimiento mediante el cual se estudian las propiedades morfológicas y funcionales de determinadas sustancias. El objetivo es conocer información importante sobre los compuestos, como por ejemplo su grado de resistencia y fiabilidad o sus posibles aplicaciones que debe cumplir para ser usado en el área de la construcción.

Para la elaboración del hormigón se utilizó arena negra, piedra  $\frac{3}{4}$  como agregado grueso, procedente de los aluviales del río San Pablo y Zapotal, este material es utilizado para la muestra patrón. El agregado fino y grueso deben cumplir con los parámetros establecidos en la norma ASTM C 33.

#### **2.1.15. Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso Norma NTE INEN 696 (ASTM C-136)**

El ensayo de granulometría consiste en escoger una cantidad de muestra y pasarla por diferentes tamices, ubicadas de forma decreciente, este ensayo nos permite obtener resultados para nuestro diseño y obtener el módulo de finura que será una constante en nuestro agregado fino.

##### **a) Equipo:**

- ✓ Balanza con buena exactitud y soporte
- ✓ Serie de tamices que cumpla con la norma ASTM C696
- ✓ Brocha y cepillo de alambre
- ✓ Horno con temperatura constante de  $1100\text{ C} \pm 5\text{ OC}$

##### **b) Cantidad de Muestra**

La cantidad de muestra para el ensayo será de 300 gr como mínimo después del secado al horno, lo que permitirá conocer los resultados luego de aplicarse cada uno de los ensayos de acuerdo con el material de agregados tanto finos como gruesos de los diferentes aluviales traídos para sus respectivos sectores, tanto del río San Pablo como del río Zapotal.

##### **c) Procedimiento**

- ✓ Secar la muestra en el horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{ C} \pm 5^{\circ}\text{ C}$ .
- ✓ Pesar en la balanza la cantidad de muestra a ensayarse.
- ✓ Seleccionar los tamices necesarios dependiendo del agregado a utilizarse, para la granulometría de agregado fino compete a los tamices (3/8, N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200).

- ✓ Granulometría de agregado grueso compete a los tamices (2, 1, 1.5, ½, 3/8, N° 4). Los valores del porcentaje retenido y acumulado permitirán conocer el tamaño máximo nominal de la partícula.
- ✓ En una superficie plana se procede a extender el agregado fino para elegir por medio de un cuarteo la muestra respectiva.
- ✓ Los tamices son ubicados de manera ascendente para el paso del material granular.
- ✓ Se utiliza un agitador manual para que no quede residuos en los tamices.
- ✓ Luego de eso se ubica en diferentes recipientes el porcentaje de pasante para pesar el agregado.

#### **d) Cálculos**

$$\% \text{ Retenido} \quad R = \frac{Pp}{Pr} \times 100$$

Dónde:

R = Porcentaje parcial retenido en el tamiz n, %

PP = Peso parcial retenido en el tamiz n, gr

PT = Peso total de la muestra, gr

Módulo de Finura

$$MF = \frac{\sum R}{100}$$

**Dónde:**

MF= Modulo de finura.

$\sum R$ = Suma de los porcentajes acumulados retenidos en los tamices utilizados.

#### **e) Resultados**

Los resultados obtenidos se presentan en el Capítulo 4, en donde se puede observar el módulo de finura del árido fino y grueso, además de las curvas granulométricas que se muestran en las respectivas figuras que acompañan a las tablas.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

#### ***3.1.1. Tipo***

En la realización de este trabajo investigativo se aplicará una metodología de campo, porque los datos se los registrará desde el mismo sitio de los hechos, lo cual evidenciará conocer cuáles son los efectos de la resistencia de los hormigones y morteros elaborados con lastre de agregados aluviales del río San Pablo (Provincia de los Ríos) y agregados del río Zapotal (cantón Santa Elena), y en base a esto poder analizar sus comportamientos de acuerdo al análisis respectivo, facilitando resultados que servirán de referencias para ser comparados con las normas internacionales.

El trabajo de campo es un momento muy importante dentro del proceso de investigación; en dicha etapa de inserción en el campo se obtiene la información y los datos necesarios para llevar a cabo el estudio planteado, de acuerdo con la estrategia teórico-metodológica definida en el diseño de investigación. Vargas, (2014). Por lo tanto, se debe realizar una recopilación de datos de la manera más pormenorizada a fin de tener toda la información necesaria que permita analizarla, siguiendo un proceso que conlleve a la obtención de resultados y en base a ello sacar las conclusiones más adecuadas.

#### ***3.1.2. Nivel***

Es descriptivo, porque especifica propiedades y características del hormigón y sus agregados, en donde se miden, recolectan y evalúan datos sobre las variables de estudio, permitiendo conocer el material que se extrajo ser de gran utilidad en el área de la construcción, se buscó que la muestra fuera representativa de todo el material a utilizar para la elaboración del concreto.

El nivel es descriptivo experimental, debido a que se realizaron ensayos en el Laboratorio de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, (UPSE), para observar el comportamiento de los agregados (lastre) en la mezcla del hormigón. “El diseño experimental es una técnica estadística. Esta consiste en manipular intencionalmente la variable independiente de un modelo para observar y medir sus efectos en la variable dependiente”. Garzón, (2017)

Se utilizó el método inductivo: Se analizan solo casos particulares, en este caso materiales de los ríos Babahoyo y Zapotal, cuyos resultados son tomados para extraer conclusiones de carácter general. Se realizaron cuatro diseños y a partir de ahí podemos inducir que la generalidad se cumple. A partir de las observaciones sistemáticas de la realidad, se descubre la generalización de un hecho y una teoría. Hernández, (2017)

Se emplea la observación y la experimentación para llegar a las generalidades de hechos que se repiten una y otra vez, de las pruebas cilíndricas realizadas en laboratorios. Hernández, (2017). Por lo que los ensayos determinarían la resistencia de los agregados provenientes de los aluviales de las zonas motivo de estudio.

## **3.2. MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

### ***3.2.1. Método***

Los métodos son herramientas de trabajo que usa el investigador para que se le facilite el trabajo, el mismo que consiste en una serie de procedimientos ordenados que permiten orientar la agudeza de la mente para descubrir y explicar una verdad. Higuera, (2018).

En el desarrollo del presente trabajo se usó el método de análisis y el experimental, porque a través de ello se evidenció conocer una realidad en cuanto a manejar de manera controlada un problema y establecer acciones que permitan mejorar el uso de los agregados finos y gruesos en hormigones y morteros en el área de la construcción.

### **3.2.2. Enfoque**

Es Cuantitativo, porque se tomaron datos de los resultados de las pruebas de cilindros de los diseños ejecutados de los dos sitios de investigación previamente establecidos, en este caso de los aluviales del río San Pablo (Babahoyo) y del río Zapotal (Santa Elena).

### **3.2.3. Diseño de la Investigación**

La parte metodológica de esta investigación como lo expresa Hernández, (2017), “La metodología de la investigación provee al investigador una serie de conceptos que le permite realizar un estudio verdaderamente científico. Su objeto es el proceso de investigación, que consta de una serie de pasos estructurados y realizados entre sí.”.

En lo que implica la formalidad de cómo se desarrolló el estudio pertinente cuales fueron las modalidades de obtener el resultado y el cumplimiento de los objetivos de este estudio, son los que debe analizar para obtener resultados concretos que permitan determinar un análisis comparativo de la resistencia de hormigón  $f'c$  240 kg/ cm<sup>2</sup> y mortero, elaborados con lastre de los aluviales del río San Pablo (en la provincia de Los Ríos) y agregados del río Zapotal (cantón Santa Elena). Bastidas, (2019)

## **3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO**

### **3.3.1. Población**

Para Bastidas, (2019), “La población en investigación es un conjunto completo de elementos que poseen un parámetro común entre sí” (p. 106). En el presente trabajo investigativo, la población motivo de estudio fueron un total de 30 cilindros: 10 probetas para modelo patrón (realizadas con material convencional), 10 para los aluviales del río Zapotal (Santa Elena); y 10 para los aluviales del río San Pablo (Los Ríos). Es de mencionar que para el estudio de la elaboración de los morteros se realizaron 16 especímenes.

### **3.3.2. Muestra**

Según Fernández, (2017), expresa: “las muestras se enfocan en la selección de los participantes del estudio, esta se saca en concordancia con el problema y el diseño de la tesis, para seleccionar la muestra se debe empezar por definir la unidad de análisis” (p. 54) En el presente estudio se emplearon 20 cilindros para establecer la resistencia y 16 especímenes de morteros con agregados de los aluviales del río San Pablo (Los Ríos) y Zapotal (Santa Elena).

### **3.3.3. Muestreo**

Para Iñiguez, (2019), el muestreo es una “selección de un conjunto de personas o cosas que se consideran representativos del grupo al que pertenecen, con la finalidad de estudiar o determinar las características del grupo” (p. 77) En el presente estudio, se empleó un muestreo PROBABILISTICO, donde se escogieron 2 muestras (cilindros) al azar, para realizar ensayo de rotura a la compresión, en el laboratorio de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), de los aluviales del río San Pablo (Provincia de los Ríos) y Zapotal (Provincia de Santa Elena).

## **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.4.1. Técnicas**

La técnica consiste en observar atentamente un fenómeno determinado, hecho o caso, donde se toma información relevante para llevarla en un registro para su posterior análisis. De acuerdo con Vargas, (2014), expresa: “Las técnicas son un conjunto de instrumentos y medios a través de los cuales se efectúan el método y solo se aplica a una ciencia” (p. 97).

Es de resaltar que a través de la aplicación de las técnicas se organiza la investigación, se debe considerar las siguientes indicaciones: aportar instrumentos para manejar con una mayor información, llevar un control en la obtención de datos;



orientación de los conocimientos de manera sistemática y confiable, fuentes similares de información en relación con el tema de investigación.

### ***3.4.2. Instrumentos de Investigación***

Esta investigación se desarrollará en los Laboratorios de Ensayos de Materiales (LEM) de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, los datos ahí obtenidos se procesarán en los softwares de Microsoft Word, y Excel. Los resultados de los ensayos serán presentados en cuadros estadísticos, gráficos y tablas, para su lectura y entendimiento.

## **3.5. METODOLOGÍA DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

### ***3.5.1. Metodología del objetivo específico 1: Determinar las propiedades de los materiales del agregado triturado y canto rodado.***

Para determinar las propiedades físicas y mecánicas del agregado triturado y del material proveniente de los aluviales del río San Pablo (Provincia de los Ríos) y río Zapotal (Cantón Santa Elena), se emplearán las siguientes especificaciones técnicas:

- ✓ ASTM C33 con respecto al tamaño máximo nominal de partículas del agregado fino y grueso (granulometría) En toda granulometría se busca obtener una buena graduación de los agregados, de tal manera reducir el contenido de vacíos de las mezclas (0872, NTE – INEN, 2011).
- ✓ NTE INEN 857:2010 para determinar la densidad específica del agregado grueso y agregado fino.
- ✓ NTE INEN 860 con respecto al ensayo de abrasión de Los Ángeles para determinar el porcentaje de desgaste que tendrá nuestro agregado proveniente de los aluviales.
- ✓ ASTM C88 ensayo de sulfato de magnesio (durabilidad del material).

- ✓ NTE INEN 862 para el ensayo de contenido de humedad del agregado grueso y fino.

### ***3.5.2. Metodología del objetivo específico 2: Diseño y elaboración de varias muestras de hormigón.***

Para el diseño y elaboración de probetas cilíndricas de hormigón y especímenes de morteros de resistencia  $f'_c$  de 240 kg/cm<sup>2</sup> del agregado triturado y del material proveniente de los aluviales del río San Pablo (Provincia de los Ríos) y río Zapotal (Cantón Santa Elena).se emplearán las siguientes normas:

- ✓ NTE INEN 858 – ASTM C29 ensayos de pesos volumétricos (peso volumétrico suelto y compactado o varillado).
- ✓ NTE INEN 857 para el ensayo de densidad saturada superficialmente seca.
- ✓ ACI 211.1 para el diseño de mezcla de concreto.
- ✓ NTE INEN 1578 – ASTM C 143 ensayo de revenimiento del concreto (cono de Abrams).
- ✓ NTE INEN 1573 – ASTM C 39 ensayo de la resistencia a la compresión y fraguado del hormigón.
- ✓ NEC SE – MP (mampostería estructural) para el diseño y elaboración de especímenes de morteros de resistencia 20 Mpa.

### ***3.5.3. Metodología del objetivo específico 3: Análisis del comportamiento de los tres diseños propuestos del agregado triturado y canto rodado.***

Con los datos que se obtendrán de los ensayos descritos anteriormente, se realizarán los análisis del comportamiento de los tres diseños propuestos (agregado triturado y material proveniente del río San Pablo (Provincia de los Ríos) y río Zapotal (Cantón Santa Elena) y posteriormente se presentará un consolidado comparativo con los porcentajes de eficiencia según el código ACI 318-14

**Tabla 6.**

*Operacionalización de las variables*

Tema	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e Instrumentos
<p>ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGÓN F'c 240 Kg/ cm2 Y MORTERO ELABORADOS CON LASTRE DE LOS ALUVIALES DEL RÍO SAN PABLO (EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS) Y AGREGADOS DEL RIO ZAPOTAL (CANTÓN SANTA ELENA)</p>	<p>Análisis comparativo de la resistencia de los hormigones y morteros a fin de establecer las normas de seguridad para este tipo de actividad.</p>	<p>Estudio de la resistencia del hormigón y morteros con la finalidad de establecer la calidad del producto y si se cumplen las normas técnicas del INEN, ACI, ASTM. Moreno, (2019)</p>	<p>Análisis comparativo de materiales para comprobar la resistencia de hormigos, usando agregado grueso procedentes de los aluviales del Rio San Pablo y del río Zapotal, donde se compararon sus propiedades físicas, mecánicas de los materiales usados</p>	<p>HORMIGONES Y MORTEROS</p>	<p>Resistencia Propiedades Físico Propiedades Químicas Propiedades Mecánicas Resistencia a la comprensión Normas de seguridad</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Investigación Bibliográfica</li> <li>▪ Investigación de laboratorio</li> <li>▪ Investigación experimental</li> <li>▪ Normas: INEN, ACI, ASTM</li> </ul>
	<p>Resistencia de hormigones y morteros elaborados con lastre de agregados aluviales del río San Pablo (en la provincia de Los Ríos) y agregados del rio Zapotal (cantón Santa Elena)</p>	<p>Los agregados, son compuestos geológicos: piedra, arena y grava, los cuales se los utiliza en todas las obras de construcción, donde se aprovecha su estado natural o de forma triturada hasta conseguir la medida deseada en el área de la construcción. Cifuentes, (2019)</p>	<p>Los agregados, compuestos de materiales geológicos tales como, la piedra, la arena y la grava, se utilizan virtualmente en todas las formas de construcción. Se pueden aprovechar en su estado natural o bien triturarse y convertirse en fragmentos más pequeños.</p>		<p>AGREGADOS ALUVIALES</p>	

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En el área de la construcción y la Ingeniería Civil, es indispensable saber qué tipo de material se debe emplear, además de conocer las cantidades, características de los agregados, dosificación, tiempo y tipo de mezclado, ya que de ello depende la calidad del concreto que se va a utilizar en obra. Por lo tanto, el hormigón y los morteros se constituyen en piezas claves, debido a su diseño, propiedades físicas y mecánicas dando como resultado un compuesto capaz de ser utilizado para la fabricación de estructuras durables en el tiempo,

Los materiales para utilizarse para la presente investigación son exclusivamente los provenientes del río San Pablo (Babahoyo) y el río Zapotal (Santa Elena), los mismos que se los pueden obtener directamente en el río o en lugares de expendio.

El proceso de caracterización de materiales abarca la determinación de sus propiedades físicas, químicas, mecánicas e hidráulicas, así como también la evaluación de su durabilidad y funcionalidad. Moreno, (2018). Además, en todo tipo de obras se nota la exigencia a la calidad de los agregados como en las construcciones que realiza la Prefectura de Santa Elena, GAD cantonales y otras entidades públicas y privadas, donde, por la calidad de los materiales se nota un deterioro progresivo de las obras ejecutadas, que no han sido debidamente controladas y que por una irregular fiscalización se realizan infringiendo las más elementales normas de construcción que se encuentran vigentes.

Bajo este criterio se realizaron ensayos de laboratorio, donde se emplearon 10 cilindros que corresponden a un modelo patrón elaborado con el material convencional (cemento, grava triturada, arena y agua), 20 cilindros para establecer la resistencia del hormigón y 16 especímenes de morteros con agregados de los aluviales del río San Pablo (Babahoyo) y Zapotal (Santa Elena) y cuyos resultados se presentan a continuación:

## 4.1. MODELO PATRÓN: MATERIAL CONVENCIONAL (CEMENTO, GRAVA TRITURADA, ARENA Y AGUA)

### 4.1.1. Granulometría agregado grueso (calizas huayco)

En la Tabla 7 se expresa los valores de la granulometría de los agregados gruesos, donde se puede separar las partículas constitutivas del agregado según tamaños, de tal manera que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta el peso total. Para separar por tamaños se utilizan las mallas de diferentes aberturas, las cuales proporcionan el tamaño máximo de agregado en cada una de ellas. En la misma se expresan los valores como porcentajes retenidos en cada malla con respecto al total de la muestra, estos porcentajes retenidos se calculan tanto parciales como acumulados en cada malla, ya que con estos últimos se procede a trazar la gráfica o curva granulométrica de dicho material.

Mientras que en la Tabla 8 se pueden apreciar los valores recomendados por la norma ASTM (C- 33) para gradación del agregado grueso, esta especificación también se utiliza en proyectos para definir la calidad del agregado, el tamaño máximo nominal del agregado y otros requisitos de clasificación específicos; responsables de la selección de las proporciones del hormigón.

**Tabla 7.**

*Granulometría del agregado grueso*

GRANULOMETRÍA AGREGADO GRUESO					
Tamiz (in)	Tamiz (mm)	W Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa
2 1/2	63	0	0	0	100
2	50	0	0	0	100
1 1/2	38	0	0	0	100
1	25	0	0	0	100
3/4	19	1.40	20	20	80
1/2	12.5	3.58	51.14	71.14	28.86
3/8	9.5	1.51	21.57	92.71	7.29
No 4	4.75	0.46	6.57	99.29	0.71
No 8	2.36	0.01	0.14	99.43	0.57
FONDO	0	0.04	0.57	0.57	100
TOTAL	7.00		MF	3.83	382.57

**Tabla 8.**

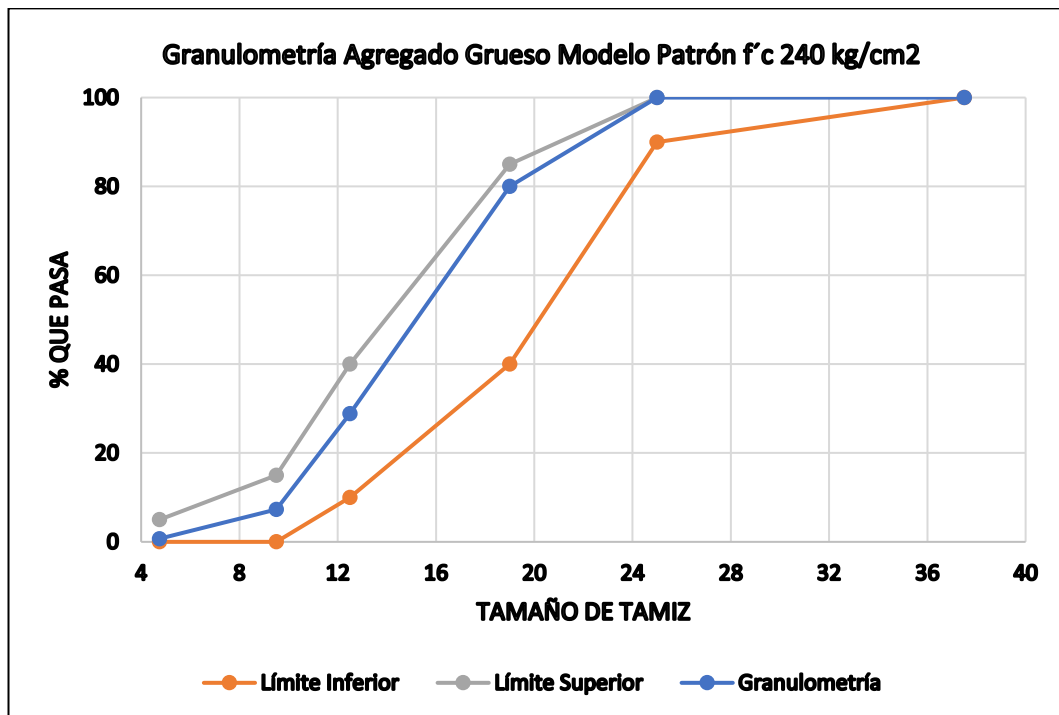
*Especificaciones ASTM para granulometría del agregado grueso*

Especificaciones ASTM (C 33) Granulometría Agregado Grueso							
N° 56		N° 57		N° 6		N° 67	
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	100	-	-	-	-	-
90	100	95	100	100	-	100	-
40	85	-	-	90	100	90	100
10	40	25	60	20	55	-	-
0	15	-	-	0	15	20	55
0	5	0	10	0	5	0	10
0	0	0	5	-	-	0	5

*Nota.* Los áridos referidos en esta norma pueden ser gravas, piedras naturales, así como otros materiales obtenidos por trituración.

**Figura 2.**

*Granulometría agregado grueso*



#### 4.1.2. Peso de agregado grueso (calizas huayco)

Para generar y conocer el peso del agregado grueso, se debe realizar el ensayo descrito en la norma NTE INEN858 y establecer el valor del peso

volumétrico suelto de agregado grueso (PVS), como el peso volumétrico varillado o compactado (PVV), tal como se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9.**

*Agregado grueso (calizas huayco)*

Ensayo de Peso Volumétrico de Agregado Grueso					
Peso Volumétrico Suelto			Peso Volumétrico Varillado		
Volumen	0,0097369	m <sup>3</sup>	Volumen	0,009736876	m <sup>3</sup>
P.V.S.+ R	24,34	Kg	P.V.V.+ R	26,36	Kg
Recipiente	10,94	Kg	Recipiente	10,940	Kg
Peso del Material	13,40	Kg	Peso del Material	15,42	Kg
P.V.S.	1376,21	kg/m <sup>3</sup>	P.V.V.	1583,67	kg/m <sup>3</sup>

#### 4.1.3. Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)

La Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.) real de los agregados es una propiedad fundamental para la dosificación de las mezclas de hormigón, ya que se utiliza para calcular la densidad real de la mezcla de agregados y su porcentaje (%) de absorción, tal como se muestra en la Tabla 10.

**Tabla 10.**

*Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.) y Absorción.*

Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)		% Absorción	
P.S.S.S.	2003 gr	Recipiente (2)	W
W (canastilla sumergida)	1059 gr	W Recipiente (gr)	86
W (canastilla sumergida + material)	2354 gr	W Grava Saturada+ R	1502
W (can sumer+mat)-W (can sumer)	1295 gr	W Grava Seca+ R	1486
VOLUMEN	708 cm <sup>3</sup>	W de Agua	16
	2,83 gr/cm <sup>3</sup>	W Grava Seca	1400
D.S.S.S.	2829,1 Kg/m <sup>3</sup>	% Absorción	1,14

#### 4.1.4. Humedad de Grava

Los agregados tienen un porcentaje de humedad y absorción muy importante, por ende, se realiza la corrección para equilibrar la textura, forma y tamaño en los volúmenes del agregado grueso y establecer el valor real que se debe

usar en la elaboración del diseño de mezclas de hormigones, cumpliendo con las normativas técnicas y legales, vigentes en el Ecuador y de manera Internacional, NTE INEN 1855-1 y ACI 211.1; a continuación, se muestra la Tabla 11 con la respectiva humedad de grava.

**Tabla 11.**

*Humedad de la grava*

Humedad de Grava	
Recipiente	V1
W Recipiente (gr)	124,90
W Grava + R	1691,00
W Grava Seca+ R	1677,00
W De Agua	14,00
W Grava Seca	1552,10
Humedad	0,90

## 4.2. AGREGADO FINO CANTERA “EL TRIUNFO”

La norma NTE INEN 872 señala que el agregado o árido fino consiste en arena natural, arena elaborada o una combinación de ellas.

### 4.2.1. *Peso Volumétrico de Agregado fino*

**Tabla 12.**

*Peso Volumétrico de Agregado fino*

Agregado Fino del Triunfo		
Peso Volumétrico Suelto		
Volumen	0,00281	m <sup>3</sup>
P.V.S.+ R	7,82	Kg
Recipiente	4,42	Kg
Peso Del Material	3,40	Kg
P.V.S.	1209,96	Kg/m <sup>3</sup>

### 4.2.2. *Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)*

La Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.), es una propiedad fundamental para la dosificación de las mezclas de hormigón, que consiste en determinar la densidad de la porción esencialmente solida de un numero grande de partículas de agregados y promociona un valor promedio representativo de la



muestra que posteriormente se utiliza para calcular el porcentaje de absorción de humedad que tienen los agregados finos, de cual clase, sean de minas subterráneas, aluviales o de algún tipo de canteras, cumpliendo así la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 857:2010, que rige el área de la construcción, exigiendo de esta forma a los contratistas emplear materiales de calidad. A continuación, se muestra la Tabla 13 obteniendo una densidad (D.S.S.S) de 2631.58 Kg/m<sup>3</sup> y un porcentaje de absorción de 2.25 para nuestro material de agregado fino.

**Tabla 13.**

*Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)*

Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)			% Absorción	
P.S.S.S.	500,00	gr	Recipiente	W
Lectura Inicial	510,00	gr	W Recipiente (gr)	55,00
Lectura Final	700,00	gr	W Arena Saturada+ R	373,00
W (Desalojado)	190,00	gr	W Arena Seca+ R	366,00
Volumen	190,00	cm <sup>3</sup>	W De Agua	7,00
D.S.S.S.	2,63	gr/cm <sup>3</sup>	W Arena Seca	311,00
	2631,58	Kg/m <sup>3</sup>	% Absorción	2,25

**4.2.3. Granulometría del Agregado Fino**

Los ensayos de granulometría de los agregados se realizaron de acuerdo con la Norma NTE INEN 696 (ASTM C-136). Para esta investigación, el análisis granulométrico del agregado fino se realizó de acuerdo con la norma NTE INEN 154, donde las exigencias de gradación para este tipo de agregado, establece un tamaño nominal con aberturas cuadradas, con su respectiva serie de tamices y porcentajes, tal como se detalla a continuación.

**Tabla 14.**

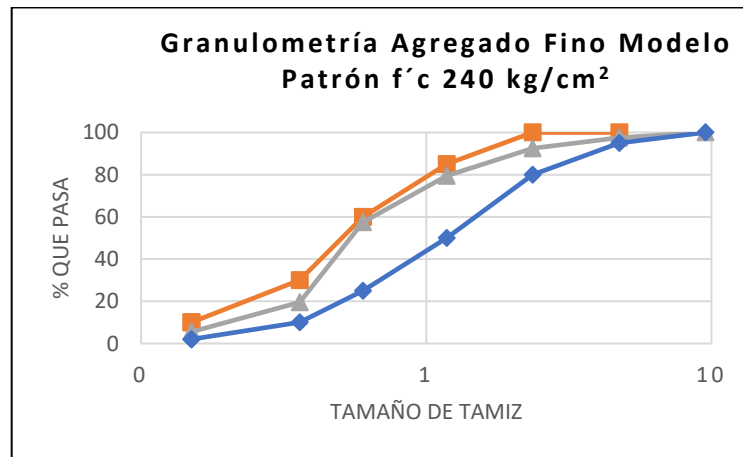
*Granulometría Agregado Fino*

GRANULOMETRÍA AGREGADO FINO						
Tamiz (in)	Tamiz (mm)	W Retenido	% Retenido	% acumulado	% Pasa	A.S.T.M.
3/8	9.53	0	0	0	100	100
No 4	4.75	24.60	2.46	2.46	97.54	95 100
No 8	2.36	50.20	5.02	7.48	92.52	80 100
No 16	1.18	130	13	20.48	79.52	50 85
No 30	0.6	220	22	42.48	57.52	25 60
No 50	0.36	380	38	80.48	19.52	10 30
No 100	0.15	140	14	94.48	5.52	2 10
FONDO	0	55.20	5.52	100	0	0 0
	TOTAL	1000.00	MF	2.48	247.86	

Una vez obtenido los valores referenciales se establece la Tabla 14, donde se muestra el porcentaje retenido y acumulado del agregado fino obteniendo un módulo de finura de 2.48.

**Figura 3.**

Granulometría para agregado fino



#### 4.2.4. Contenido de humedad de la arena

En el laboratorio se analizará la arena, la misma que se encuentra al aire libre, para determinar el valor porcentual de humedad relativa que posee; el método a ser empleado es someter una muestra de agregado (arena), a un proceso de secado a  $\pm 110^{\circ}$  C y con este nuevo valor se podrá determinar su porcentaje de humedad total. Este proceso es el más usual para realizar los ajustes necesarios en la elaboración de la mezcla de hormigón y lograr el equilibrio necesario con los demás elementos que se usan para este fin en el área de la construcción, lo que permite cumplir con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 862:2011, en relación con las mezclas para la elaboración de los hormigones.

**Tabla 15.**

*Humedad de Arena*

Humedad De Arena	
Recipiente	W
W RECIPIENTE (gr)	86,00
W Arena+ R	1190,00
W Arena Seca+ R	1163,00
W de Agua	27,00
W Arena Seca	1077,00
% HUMEDAD	2,51

**Tabla 16.***Datos de Diseño*

DATOS DE DISEÑO		
Peso específico del cemento	2950	kg/m <sup>3</sup>
ARENA		
Módulo de finura de la arena	2,48	
Peso volumétrico de la arena	1209,96	kg/m <sup>3</sup>
D.S.S.S. de la arena	2631,58	Kg/m <sup>3</sup>
Absorción de la arena	2,25	%
Humedad de la arena	2,51	%
GRAVA		
Peso volumétrico suelto de la grava	1376,21	kg/m <sup>3</sup>
Peso volumétrico varillado de la grava	1583,67	kg/m <sup>3</sup>
D.S.S.S. de la grava	2829,10	kg/m <sup>3</sup>
Tamaño máximo NOMINAL de la grava	19	mm
Absorción de la grava	1,14	%
Humedad de la grava	0,90	%

Una vez terminados los ensayos respectivos en el laboratorio, se obtienen los datos para proceder a realizar el diseño de hormigón y mortero; el mismo que deberá cumplir con las especificaciones técnicas establecidas en las normas NTE INEN y ACI.

### 4.3. DISEÑO PATRÓN DE HORMIGÓN $f'c$ 240kg/cm<sup>2</sup>

*4.3.1. Selección de valores de resistencia promedio requerida a compresión ( $f'cr$ ) (todos los valores de resistencias están en MPa). Cuando la desviación estándar es desconocida*

**Tabla 17.***Diseño de hormigón modelo patrón.*

Resistencia Especificada ( $f'c$ )	Resistencia Promedio Requerida ( $f'cr$ )
Menor de 21 MPa	$f'c + 7.0$
Entre 21 y 35 MPa	$f'c + 8.5$
Mayor de 35 MPa	$f'c + 10.0$

Como se tiene una resistencia de 240 kg/cm<sup>2</sup> como se muestra en la Tabla 18, de la Tabla 17 tomamos el valor de resistencia promedio requerida de +85 que se da entre 21 y 35MPa, este valor se debe adicionar a la resistencia especificada obteniendo los valores que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 18.***Diseño de Hormigón f'c 240kg/cm<sup>2</sup>*

Diseño de Hormigón f'c 240kg/cm <sup>2</sup>			
f'c	240	kg/cm <sup>2</sup>	85
f'cr (sin aire)	325	kg/cm <sup>2</sup>	
f'c (con aire)	0	kg/cm <sup>2</sup>	

La Norma Ecuatoriana de la Construcción recoge una serie de normativas, de obligatorio cumplimiento a nivel nacional, por las cuales se establecen los requisitos mínimos de seguridad y calidad que deben cumplir las edificaciones a nivel nacional, en todas las etapas del proceso constructivo, de no hacerlo, estas estructuras estarán propensas a sucumbir ante cualquier desastre natural que tenga una magnitud sobre los 5,5°.

#### **4.3.2. Selección de revenimiento (slump) y relación agua cemento**

Para seleccionar el revenimiento del hormigón se tomarán los valores mostrados en la Tabla 19, en el que se indica los valores máximos y mínimos de revenimientos permitidos, de acuerdo con las normativas legales NTE-INEN dependiendo del tipo de estructuras que se va a construir.

**Tabla 19.***Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción*

Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción		
Tipos de construcción	Revenimiento, cm	
	Máximo	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas, cajones de cimentación y muros de sub-estructuras sencillos	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10	2.5
Columnas para edificios	10	2.5
Pavimentos y losas	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

\*Pueden incrementarse en 2.5 cm cuando los métodos de compactación no sean mediante vibrado

*Nota.* Tomado y adaptado de *ACI 211.1*

**Tabla 20.**

*Relación entre la relación agua- cemento o agua-materiales cementosos y la resistencia a la compresión del hormigón*

---

Relación entre la relación agua- cemento o agua-materiales cementosos y la resistencia a la compresión del hormigón

---

f'c a 28 días kg/cm <sup>2</sup>	Relación Agua/cemento en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
422	0.41	0
352	0.48	0.4
281	0.57	0.48
211	0.68	0.59
141	0.82	0.74

---

*Nota.* Tomado y Adaptado del Código *ACI 211.1*

---

Se reconoce como relación agua cemento (A/C) a la relación existente entre el peso del agua con respecto al peso de cemento; para obtener el valor de la relación agua cemento que necesitaremos para nuestro diseño se debe realizar una interpolación lineal para ello utilizaremos la siguiente ecuación:

Donde:

$$y = y_0 + \left( \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \right) (x - x_0)$$

$$\text{Donde: } x = 325 ; x_0 = 281 ; x_1 = 352 ; y_0 = 0.57 ; y_1 = 0.48$$

$x = 325$  resistencia promedio requerida a la compresión, Mpa

$x_0 = 281 - y_0 = 0.57$  valores iniciales para la interpolación.

$x_1 = 352 - y_1 = 0.48$  valores finales para la interpolación.

$$y = 0.57 + \left( \frac{0.48 - 0.57}{352 - 281} \right) (325 - 281)$$

$$y = 0.514$$

### 4.3.3. Cantidad de Agua

En el área de la construcción se deben cumplir ciertas normativas estipulada por la NTE-INEN; una de ellas es la relación agua-cemento, la cual se puede definir como la razón entre el contenido efectivo de agua y el contenido de cemento en masa del hormigón fresco que se va a usar en alguna determinada edificación o construcción de acuerdo con estándares nacionales e internacionales.

**Tabla 21.**

*ACI 211 Comité*

Asentamiento	agua, en l/m <sup>3</sup> , para los tamaños max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6"
<b>in</b>	<b>concretos sin aire incorporado</b>							
<b>1" a 2"</b>	207	199	190	179	166	154	130	113
<b>3" a 4"</b>	228	216	205	193	181	169	145	124
<b>5" a 7"</b>	243	228	216	202	190	178	160	---
Aire atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
	<b>concretos con aire incorporado</b>							
<b>1" a 2"</b>	181	175	168	160	150	142	122	107
<b>3" a 4"</b>	202	193	184	175	165	157	133	119
<b>5" a 7"</b>	216	205	197	184	174	166	154	---
Aire total	8.0	7.0	6.0	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0

Como el agregado grueso es de tamaño máximo nominal de ½ in y se escogió un revenimiento de 7.5 cm (3in) de la tabla anterior obtendremos los siguientes valores:

*cantidad de agua: 205 l/m<sup>3</sup>*

*cantidad de aire atrapado: 2%*

### 4.3.4. Cantidad de Cemento

Para obtener la cantidad de cemento, se debe dividir la cantidad de agua entre la relación agua material cementante.

$$C_c = \frac{C_a}{a/(c - m)}$$

$$C_c = \frac{205 \text{ l/m}^3}{0.514} = 398.66 \text{ kg/m}^3$$

$$C_c = 398.66 \text{ kg/m}^3$$

#### 4.3.5. Cantidad de Agregado Grueso

**Tabla 22.**

*Volumen de Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto*

Volumen de Agregado Grueso por Unidad de Volumen de Concreto								
Tamaño de Agregado Grueso	Volumen de Agregado Grueso Seco y Compactado por Unidad de Volumen de Concreto para Diferentes Módulos de Fineza del Agregado Fino (Tabla No.50 ACI)							
	Módulo de Fineza del Agregado Fino							
	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
3/8"	0.51	0.50	0.49	0.48	0.47	0.46	0.45	0.44
1/2"	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53
3/4"	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60
1"	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65
1 1/2"	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70
2"	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72
3"	0.82	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75
6"	0.88	0.87	0.86	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81

Para obtener el valor del volumen de agregado grueso que necesitaremos para el diseño se debe realizar una interpolación lineal para ello utilizaremos la siguiente ecuación:

$$y = y_0 + \left( \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \right) (x - x_0)$$

Donde:  $x = 2.48$ ;  $x_0 = 2.4$ ;  $x_1 = 2.5$ ;  $y_0 = 0.66$ ;  $y_1 = 0.65$

$x = 2.48$  resistencia promedio requerida a la compresión, Mpa

$x_0 = 2.4 - y_0 = 0.66$  valores iniciales para la interpolación.

$x_1 = 2.5 - y_1 = 0.65$  valores finales para la interpolación.

$$y = 0.66 + \left( \frac{0.65 - 0.66}{2.5 - 2.4} \right) (2.48 - 2.4)$$

$$y = 0.652$$

Obtenido este valor procedemos a multiplicar por el peso volumétrico varillado de nuestro agregado grueso:

$$C_{AG} = y * PVV_{AG}$$

$$C_{AG} = 1583.67 * 0.652$$

$$C_{AG} = 1032.77 \text{ kg/m}^3$$

#### 4.3.6. Cantidad de Agregado Fino

Para encontrar nuestra proporción en volumen de agregado fino se debe hallar el volumen de los otros materiales (agua, cemento, grava y aire) para ello se debe multiplicar el peso de cada material por su densidad, luego se procederá a restar de la unidad el valor de la suma de los volúmenes antes obtenidos.

**Tabla 23.**

*Agregado Fino*

Agregado Fino			
	W (kg)	D (kg/m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Agua	205	1000	0.216
Cemento	398.66	2950.00	0.142
Grava	1032.77	2829.10	0.326
Arena	723.18	2631.58	0.291
Aire	--	--	0.025
Total			1.000

De los valores obtenidos se procede a realizar una corrección de 60% para agregado grueso y 40 % de agregado fino normados en el ACI 211.1.



**Tabla 24.***Corrección ACI 211.1 (60% - 40%) Agregados grueso y fino*

Corrección 60% - 40% de agregados		
Agregado Total	1755.95	kg
Arena	702.38	kg
Grava	1053.57	kg

**Tabla 25.***Corrección por Humedad y Absorción*

Corrección por Humedad y Absorción							Proporciones Corregidas			
Materiales	W (kg)	Humedad		Absorción		Diferencia	W (kg)	D (kg/m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	%propor V
		%	kg	%	kg					
Aire								0.025	2	
Cemento	398.7						398.7	2950.0	0.1	13.5
Grava	1053.6	0.9	9.5	1.1	-12	-2.4	1051	2829.1	0.4	37.2
Arena	702.4	2.5	17.6	2.3	-15.8	1.7	704.2	2631.6	0.3	26.8
Agua	205		-27		27.9	-0.7	205.7	1000.0	0.2	20.6
Total	2359.6	Para un metro cúbico					2359.6		1.0	100.0

En la Tabla 25, se puede apreciar las debidas correcciones a los materiales (grava, arena y agua), con el fin de obtener las proporciones adecuadas para la mezcla de hormigón.

**Tabla 26.***Para Fundir Probetas*

Datos para Fundir Probetas					
	V. fundir(m <sup>3</sup> )	%propor V	Vol. material	D (kg/m <sup>3</sup> )	kg (Pesar)
Aire		2,0	0,00117		
Cemento		13.5	0,00788	2950	29,24
Grava	0,0583	37.15	0,02167	2829,10	61.29
Arena		26,8	0,01560	2631,58	41.06
Agua		20.6	0,01200	1000	11.99
Total		100,0	0,05832		137.6048

Es importante establecer que para la fundición de probetas es necesario conocer el volumen y número de cilindros que se van a fundir ya que de ello depende la cantidad de material a utilizar para el diseño de la mezcla patrón se necesitó 10 probetas, las cuales fueron elaboradas con las cantidades de material presentadas en la Tabla 26.

**Tabla 27.**

*Rotura de probetas cilíndricas ensayadas a compresión 3, 7, 14 y 28 días.*

Identificación del Cilindro	N°	Fecha de vaciado	Diámetro Cilindro			Altura	Área	Peso	
			D1	D2	Promedio				
muestra de control	1	26/05/2022	15.06	15.18	15.12	30.16	179.55	13.08	
	2	26/05/2022	15.16	15.148	15.154	30.08	180.36	12.896	
	1	26/05/2022	15.26	15.12	15.19	30.05	181.22	13.003	
	2	26/05/2022	15.01	14.94	14.975	30.1	176.13	12.742	
revenimiento resistencia	7.5 cm	26/05/2022	1	15.17	15.27	15.22	30.21	181.94	13.106
			2	15.03	15.16	15.095	30.16	178.96	12.977
	240 kg/cm <sup>2</sup>	26/05/2022	1	15.03	15.08	15.055	30.02	178.01	12.815
			2	15.3	15.29	15.295	30.14	183.73	13.152

Rotura				Eficiencia			Norma ACI	Días	Aumento
Fecha	Edad (Días)	Carga (KN)	Resistencia Mpa	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Promedio			
30/05/2022	3	181 kN	10 MPa	103 kg/cm <sup>2</sup>	41 %	99 kg/cm <sup>2</sup>	40 %	3	1 %
	3	169 kN	10 MPa	95kg/cm <sup>2</sup>					
02/05/2022	7	297 kN	17 MPa	167 kg/cm <sup>2</sup>	71 %	171 kg/cm <sup>2</sup>	65 %	7	14 %
	7	304 kN	17 MPa	178 kg/cm <sup>2</sup>					
09/06/2022	14	396 kN	22 MPa	222 kg/cm <sup>2</sup>	94 %	225 kg/cm <sup>2</sup>	90 %	14	4%
	14	399 kN	23 MPa	227 kg/cm <sup>2</sup>					
23/06/2022	28	491 kN	28 MPa	281 kg/cm <sup>2</sup>	117 %	280 kg/cm <sup>2</sup>	99 %	28	18 %
	28	502 kN	28 MPa	278 kg/cm <sup>2</sup>					

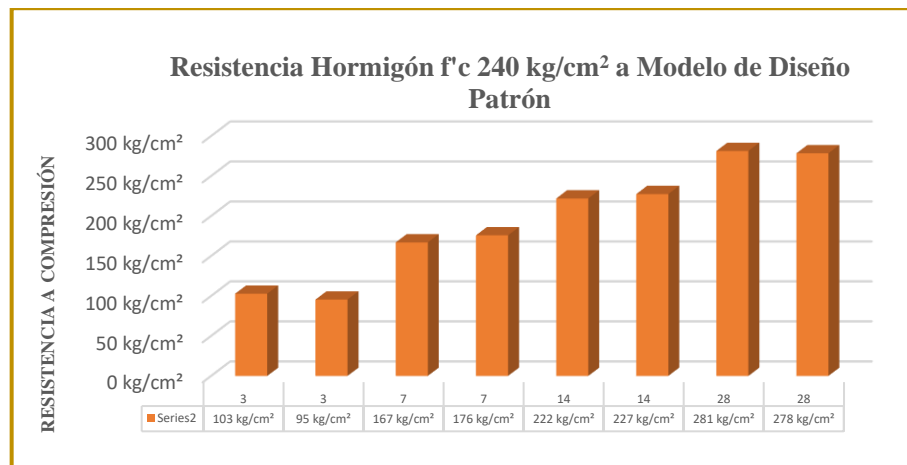
*Nota.* La tabla anterior muestra los resultados de los cilindros sometidos a ensayo de compresión del cual se obtuvo una eficiencia máxima de 117% que corresponde a una resistencia promedio de 280kg/cm<sup>2</sup> siendo muy satisfactorio en comparación con los porcentajes descrito en la Norma ACI

Este método de ensayo consiste en cumplir lo estipulado en la norma NTE INEN 1 573:2010, la cual permite aplicar una carga axial de compresión a los cilindros moldeados o núcleos de hormigón de cemento hidráulico a una velocidad que se encuentra dentro de un rango definido hasta que ocurra la falla del espécimen.

La resistencia a la compresión de un espécimen se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada durante el ensayo para el área de la sección transversal del espécimen, en la Tabla 27 se muestra los resultados obtenidos a 3, 7, 14, y 28 días, donde se visualiza que esta rotura alcanza su máximo nivel (119%) a los 28 días con un incremento del 18% en relación con las otras mediciones.

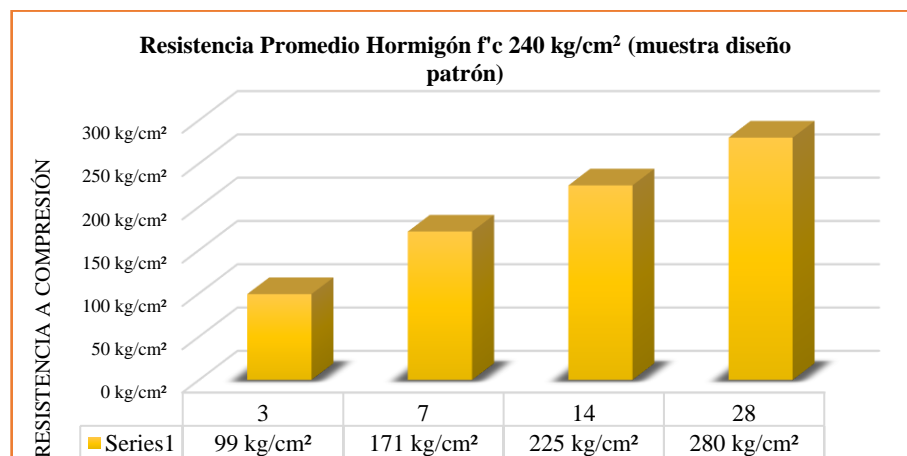
**Figura 4.**

*Resistencia Hormigón  $f'c$  240 kg/cm<sup>2</sup> (Muestra de control)*



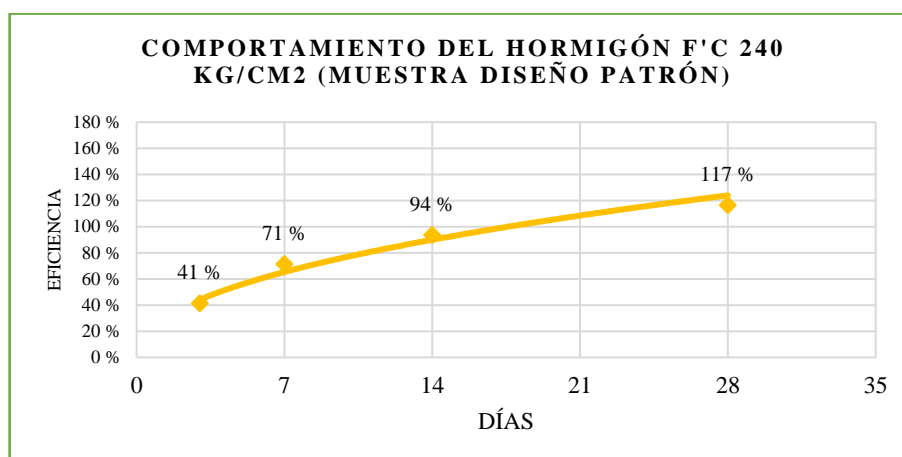
**Figura 5.**

*Eficiencia hormigón  $f'c$  240 kg/cm<sup>2</sup> (muestra de control)*



**Figura 6.**

*Comportamiento del hormigón f'c 240 kg/cm<sup>2</sup> (muestra de control)*



#### **4.4. DISEÑO DE HORMIGÓN f'c 240kg/cm<sup>2</sup> CANTO RODADO ALUVIAL RIO SAN PABLO**

**Tabla 28.**

*Agregado canto rodado aluvial del rio San Pablo Provincia de Los Ríos*

Agregado Canto Rodado Aluvial del Río San Pablo PROV. Los Ríos					
Peso Volumétrico Suelto			Peso Volumétrico Varillado		
Volumen	0,0097369	m <sup>3</sup>	Volumen	0,009736876	m <sup>3</sup>
P.V.S.+ R	25,1	kg	P.V.V.+ R	26,56	kg
Recipiente	10,94	kg	Recipiente	10,940	kg
Peso Del Material	14,16	kg	Peso Del Material	15,62	kg
P.V.S.	1454,27	kg/m <sup>3</sup>	P.V.V.	1604,210632	kg/m <sup>3</sup>
<hr/>					
Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)			% Absorción		
P.S.S.S.	2000,00	gr	Recipiente (2)	W	
W (Canastilla Sumergida)	1061,00	gr	W recipiente (gr)	84,00	
W (Canastilla Sumergida + Material)	2286,00	gr	W grava saturada+ r	800,00	
W (Can Sumer+Mat)-W (Can Sumer)	1225,00	gr	W grava seca+ r	777,00	
Volumen	775,00	cm <sup>3</sup>	W de agua	23,00	
	2,58	gr/cm <sup>3</sup>	W grava seca	693,00	
D.S.S.S.	2580,65	kg/m <sup>3</sup>	% Absorción	3,32	

En relación con el canto rodado del aluvial que se encuentra en el rio San Pablo, este material se produce gracias a la fragmentación de las diferentes rocas de la corteza terrestre, ya sea de manera artificial o natural; en este contexto se debe establecer el valor del peso volumétrico suelto del canto rodado (PVS), tal como se muestra en la Tabla 28, donde se establece el peso volumétrico varillado (PVV).

Otro de los aspectos a mencionar es la densidad saturada superficialmente seca (D.S.S.S.) del canto rodado (lastre) y cuyos resultados muestran un valor nominal de 2580,65Kg/m<sup>3</sup>, con un porcentaje de absorción de 3,32 generando valores reales que deben ser tomados en cuenta al momento de elaborar las mezclas de hormigón.

**Tabla 29.**

*Humedad de Grava*

HUMEDAD DE GRAVA	
RECIPIENTE	V1
W RECIPIENTE (gr)	44,00
W GRAVA + R	524,00
W GRAVA SECA+ R	515,00
W de AGUA	9,00
W GRAVA SECA	471,00
HUMEDAD	1,91

La grava es otro de los agregados que debe alcanzar la mayor densidad posible, pero eliminando la humedad que tiene en exceso en el momento de la compactación, por lo que es importante determinar el porcentaje de humedad, en el ensayo realizado este alcanzó una humedad del 1,91

**Tabla 30.**

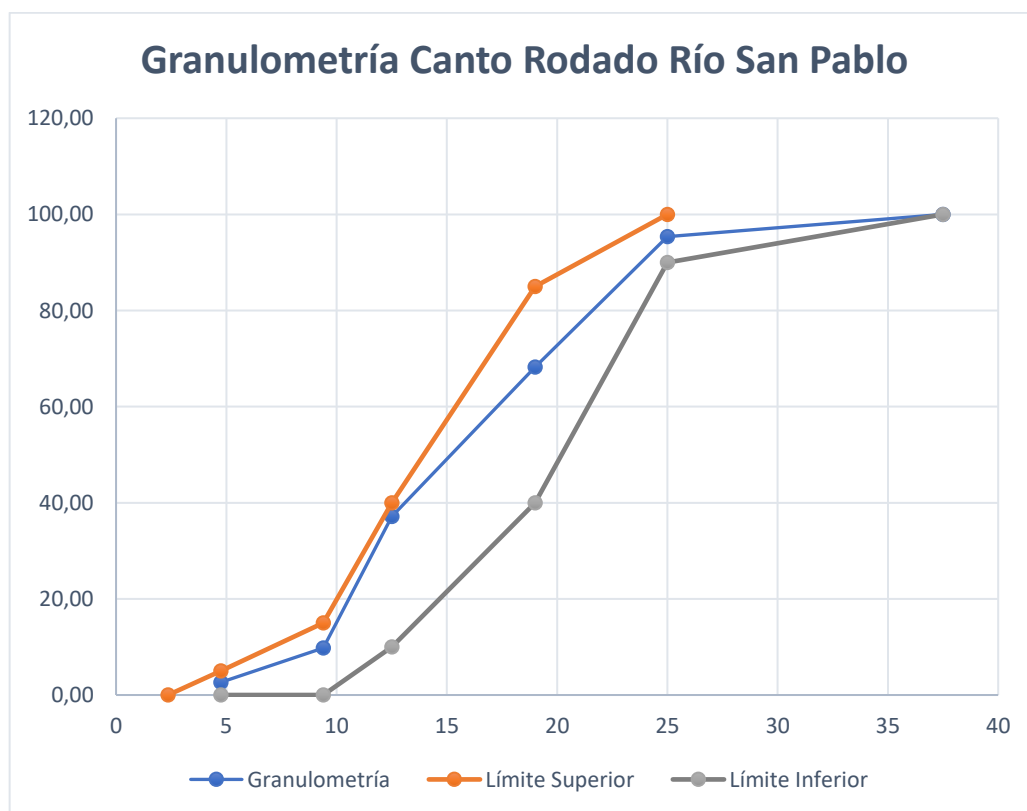
*Granulometría Agregado de Canto Rodado*

Granulometría Agregado Grueso Especificaciones ASTM								
Tamiz (In)	Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	N° 56	N° 57	N° 6	N°3
3	0	0	0					
2 ½	0	0	0	100				100
2	0	0	0	100				95-100
1 ½	0	0	0	100	100	100		-
1	0.65	4.64	4.64	95.36	90-100	95-100	100	35-70
¾	3.8	27.14	31.79	68.21	40-85	-	90-100	-
½	4.35	31.07	62.86	37.14	10-40	25-60	20-55	10-30
3/8	3.83	27.36	90.21	9.79	0-15	-	0-15	-
No 4	1.00	7.14	97.36	2.65	0-5	0-10	0-5	0-5
No 8	0.01	0.07	97.43	2.57	0	0-5		
FONDO	0.36	2.57	100					
TOTAL	14.00	MF	3.84					

En relación con la granulometría de los agregados de canto rodado, es necesario establecer que no siempre se cumple con las especificaciones técnicas de las granulometrías existentes, por lo que es necesario hacer combinaciones que permitan establecer una capacidad de retención para la elaboración de las mezclas de hormigón y mortero.

**Figura 7.**

*Granulometría Agregado Grueso Canto Rodado Río San Pablo*



**Tabla 31.**

*Agregado fino aluvial del rio San Pablo Prov. de Los Ríos*

---

AGREGADO FINO ALUVIAL DEL RIO SAN PABLO PROV. DE LOS RÍOS

---

PESO VOLUMETRICO SUELTO		
VOLUMEN	0,00281	m <sup>3</sup>
P.V.S.+ R	8,06	Kg
RECIPIENTE	4,42	Kg
PESO DEL MATERIAL	3,64	Kg

---

P.V.S.	1295,37	kg/m <sup>3</sup>
--------	---------	-------------------

---

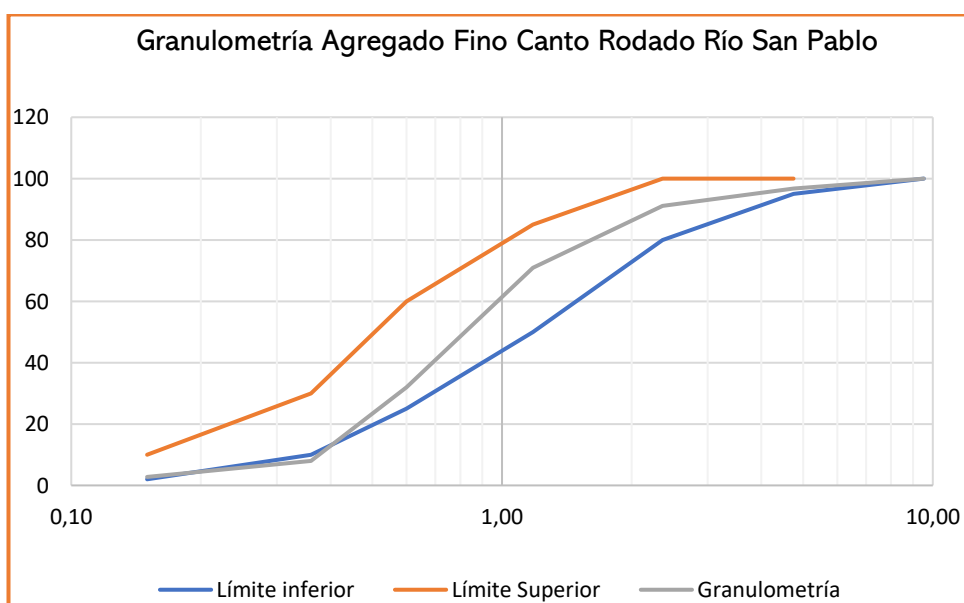
En relación con el Peso Volumétrico Suelto del Agregado fino aluvial del rio San Pablo de la provincia de Los Ríos se hace necesario establecer que estos cumplen la normativa legal en relación con el ámbito de la construcción, lo que genera aspectos importantes de seguridad y bienestar en relación con lo que se construye.

**Tabla 32.***Densidad Saturada y Humedad de Agregado Fino.*

Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)			% Absorción	Humedad de Arena		
P.S.S.S.	500,00	gr	Recipiente	W	Recipiente	W
Lectura Inicial	510,00	gr	W Recipiente (gr)	55,00	W Recipiente (gr)	54,00
Lectura Final	712,00	gr	W Arena Saturada+ R	380,00	W Arena+ R	860,00
W desalojado	202,00	gr	W Arena Seca+ R	368,00	W Arena Seca+ R	837,00
VOLUMEN	202,00	cm <sup>3</sup>	W de Agua	12,00	W de Agua	23,00
D.S.S.S.	2,48	gr/cm <sup>3</sup>	W Arena Seca	313,00	W Arena Seca	783,00
	2475,25	Kg/m <sup>3</sup>	% Absorción	3,83	Humedad	2,94

**Tabla 33.***Granulometría de Agregado fino para diseño de Canto Rodado (Lastre) de la Provincia Los Ríos*

Granulometría Agregado Fino						
Tamiz (in)	Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	A.S.T.M.	
3/8	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
No 4	18.30	3.24	3.24	96.76	95	100
No 8	31.70	5.61	8.85	91.15	80	100
No 16	114.23	20.22	29.08	70.92	50	85
No 30	220.00	38.95	68.03	31.97	25	60
No 50	135.60	24.01	92.03	7.97	10	30
No 100	29.34	5.19	97.23	2.77	2	10
Fondo	15.65	2.77	100.00	0.00	0	0

**Figura 8.***Granulometría Agregado Fino Canto Rodado Río San Pablo*

**Tabla 34.***Datos para diseño*

Datos para Diseño		
Peso específico del cemento	2950	kg/m <sup>3</sup>
ARENA		
Módulo de finura de la arena	2,98	
Peso volumétrico de la arena	1295,37	kg/m <sup>3</sup>
D.S.S.S. de la arena	2475,25	Kg/m <sup>3</sup>
Absorción de la arena	3,83	%
Humedad de la arena	2,94	%
GRAVA		
Peso volumétrico suelto de la grava	1454,27	kg/m <sup>3</sup>
Peso volumétrico varillado de la grava	1604,2106	kg/m <sup>3</sup>
D.S.S.S. de la grava	2580,65	kg/m <sup>3</sup>
Tamaño máximo nominal de la grava	25	mm
Absorción de la grava	3,32	%
Humedad de la grava	1,91	%

Luego de realizar las respectivas valoraciones del agregado canto rodado se establecieron los datos técnicos para el diseño y elaboración de los hormigones de acuerdo con las especificaciones técnicas y así generar una mezcla de calidad que cumpla con las características adecuadas acorde a las normas de la construcción.

**Tabla 35.***Diseño de Hormigón con Canto Rodado (Lastre) 240kg/cm<sup>2</sup> provincia de Los Ríos.*

Diseño de Hormigón f'c 240kg/cm <sup>2</sup>			
f'c	240	kg/cm <sup>2</sup>	85
f'cr (sin aire)	325	kg/cm <sup>2</sup>	

Cálculos para obtener el valor de la relación  $a/c$  agua cemento

$$y = y_0 + \left( \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \right) (x - x_0)$$

Donde:  $x = 325$  ;  $x_0 = 281$  ;  $x_1 = 352$  ;  $y_0 = 0.57$  ;  $y_1 = 0.48$

$x = 325$  resistencia promedio requerida a la compresión, Mpa



$x_0 = 281 - y_0 = 0.57$  valores iniciales para la interpolación.

$x_1 = 352 - y_1 = 0.48$  valores finales para la interpolación.

$$y = 0.57 + \left( \frac{0.48 - 0.57}{352 - 281} \right) (325 - 281)$$

$$y = 0.514$$

**Tabla 36.**

*Cantidad de Agua*

Asentamiento	agua, en l/m <sup>3</sup> , para los tamaños max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados Tabla 14: ACI 211 Comité							
	3/8"	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6"
<b>in</b>	<b>concretos sin aire incorporado</b>							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
5" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Aire atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
	<b>concretos con aire incorporado</b>							
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
5" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---
Aire total	8.0	7.0	6.0	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0

*Nota.* En el material de Canto Rodado proveniente de Los Ríos se observaron partículas de agregado grueso de 2in y con revenimiento de 7.5cm (3in) obteniendo los siguientes valores:

*Cantidad de agua: 193 l/m<sup>3</sup>*

*Cantidad de aire atrapado: 1.5%*

Para obtener la cantidad de cemento, se debe dividir la cantidad de agua entre la relación agua material cementante.

$$C_c = \frac{C_a}{a/(c - m)}$$

$$C_c = \frac{193 \text{ l/m}^3}{0.514}$$

$$C_c = 375.32 \text{ kg/m}^3$$

Para obtener el valor del volumen de agregado grueso que necesitaremos para el diseño se debe realizar una interpolación lineal con los valores establecidos en la Tabla No.50 ACI para ello utilizaremos la siguiente ecuación:

$$y = y_0 + \left( \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \right) (x - x_0)$$

Donde:  $x = 2.98$ ;  $x_0 = 2.9$ ;  $x_1 = 3$ ;  $y_0 = 0.66$ ;  $y_1 = 0.65$

$x_0 = 2.9 - y_0 = 0.66$  valores iniciales para la interpolación.

$x_1 = 3 - y_1 = 0.65$  valores finales para la interpolación.

$$y = 0.66 + \left( \frac{0.65 - 0.66}{3 - 2.9} \right) (2.98 - 2.9)$$

$$y = 0.652$$

Para obtener la cantidad de agregado grueso se debe multiplicar el peso volumétrico varillado de nuestro agregado grueso por el volumen encontrado en el paso anterior:

$$C_{AG} = PVV_{AG} * y$$

$$C_{AG} = 1604.21 * 0.652$$

$$C_{AG} = 1045.20 \text{ kg/m}^3$$

**Tabla 37.**

*Cantidad de Agregado Fino*

AGREGADO FINO			
	W (kg)	D (kg/m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Agua	193	1000	0.193
Cemento	375.32	2950.00	0.127
Grava	1045.20	2580.65	0.405
Arena	642.96	2475.25	0.260
Aire	-	-	0.015
Total			1.000

**Tabla 38.***Corrección por humedad y absorción*

Corrección por Humedad y Absorción							Proporciones Corregidas			
Materiales	W (kg)	Humedad		Absorción		Diferencia	W (kg)	D (kg/m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	%propor V
		%	kg	%	kg					
Aire									0.015	1.5
Cemento	375.32						375.2	2950.0	0.13	12.57
Grava	1045.21	1.9	19.9	3.32	-34.6	-14.72	1030.4	2580.6	0.40	39.44
Arena	642.96	2.9	18.8	3.83	-24.6	-5.76	637.1	2475.2	0.26	25.43
Agua	139.00		-39		59.3	-20.48	213.48	1000.0	0.21	21.09
Total	2256.49	Para Un Metro Cúbico					2256.4		1.0	100.0

De los datos obtenidos de la Tabla 38 se indica las correcciones por humedad y absorción de cemento, grava, arena, agua cuyo propósito será modificar las proporciones iniciales a emplear en el diseño de mezclas.

**Tabla 39.***Para Fundir testigos*

Para Fundir Probetas cilíndricas					
	V. fundir(m <sup>3</sup> )	%propor V	Vol material	D (kg/m <sup>3</sup> )	Kg (Pesar)
Aire		1.5	0.00086		
Cemento		12.6	0.00733	2950	21.6178
Grava	0.0583152	39.44	0.02300	2580.65	59.3543
Arena		25.4	0.01483	2475.25	36.7011
Agua		21.1	0.01230	1000	12.2961
Total		100.0	0.05832		129.9694

**Tabla 40.***Datos Cilindro*

Datos cilindro		
Pi	3,14	
Radio	0,075	m
A= Pi*r <sup>2</sup>	0,017	m <sup>2</sup>
h (altura cilindro)	0,3	m
V cilindro	0,0053	m <sup>3</sup>
# cilindros	10	unidades
Volumen Cilindro	0,0530	m <sup>3</sup>
Volumen testigos		0,0530 m <sup>3</sup>
Desperdicio	10%	0,0053 m <sup>3</sup>
Volumen requerido a fundir		0,0583 m <sup>3</sup>

**Tabla 41.**

*Rotura de probetas cilíndricas del diseño de Canto rodado (Lastre) Río San Pablo ensayadas a compresión 3, 7, 14 y 28 días.*

Identificación del Cilindro		N°	Fecha de vaciado	Diámetro Cilindro			Altura	Área	Peso
				D1	D2	Promedio			
f'c = 240 kg/cm <sup>2</sup>		1	06/06/2022	15.11	15.13	15.12	30.059	179.59	12.613
		2	06/06/2022	15.14	15.06	15.10	29.867	179.10	12.485
Diseño Canto Rodado Río San Pablo		1	06/06/2022	15.03	15.05	15.04	30.067	177.61	12.504
		2	06/06/2022	15.14	15.31	15.22	30	182.01	12.662
		1	06/06/2022	15.14	15.17	15.15	30.049	180.30	12.516
		2	06/06/2022	15.17	15.26	15.22	30.144	181.83	12.695
Revenimiento	7.5	1	06/06/2022	15.23	15.20	15.22	30.033	181.83	12.617
Resistencia	240 kg/cm <sup>2</sup>	2	06/06/2022	15.17	15.18	15.17	30.038	180.75	12.51

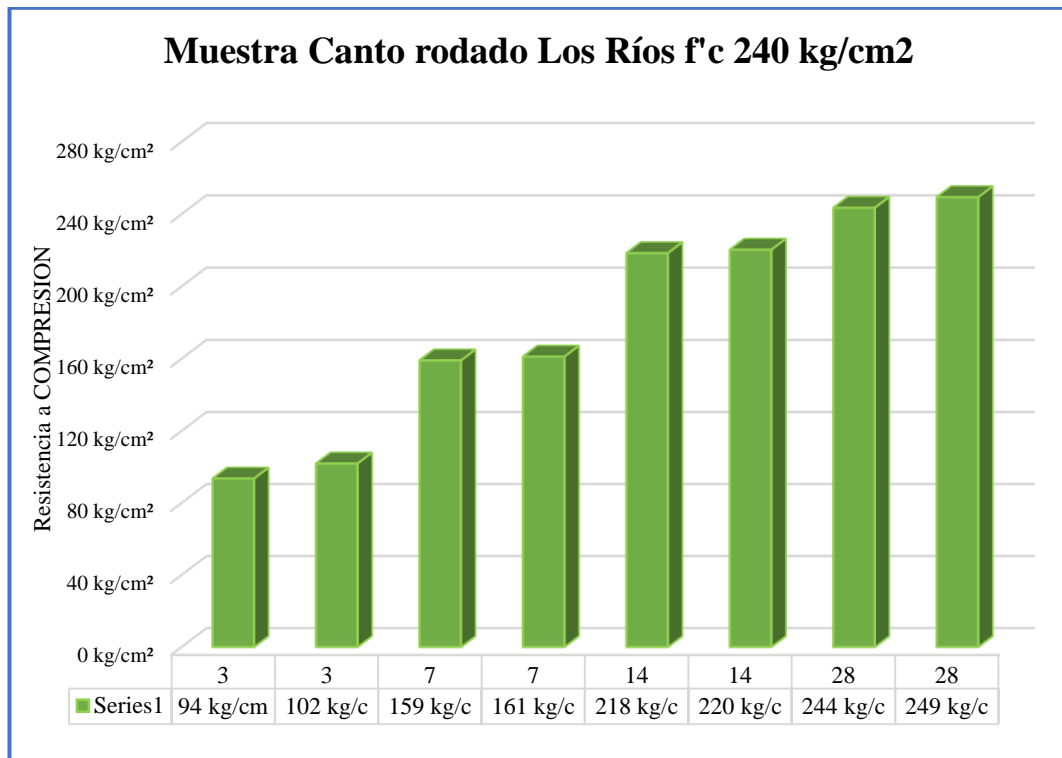
  

Rotura					Eficiencia		Norma ACI	Días	Aumento
Fecha	Edad (Días)	Carga (KN)	Resistencia (MPa)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Promedio			
10/06/2022	3	165 kN	9 MPa	94 kg/cm <sup>2</sup>	41 %	98 kg/cm <sup>2</sup>	40 %	3	1 %
10/06/2022	3	179 kN	10 MPa	102 kg/cm <sup>2</sup>					
14/06/2022	7	277 kN	16 MPa	159 kg/cm <sup>2</sup>	67 %	160 kg/cm <sup>2</sup>	65 %	7	2 %
14/06/2022	7	288 kN	16 MPa	161 kg/cm <sup>2</sup>					
21/06/2022	14	386 kN	22 MPa	218 kg/cm <sup>2</sup>	91 %	219 kg/cm <sup>2</sup>	90 %	14	1 %
21/06/2022	14	393 kN	22 MPa	220 kg/cm <sup>2</sup>					
05/07/2022	28	434 kN	25 MPa	244 kg/cm <sup>2</sup>	103 %	246 kg/cm <sup>2</sup>	99 %	28	4 %
05/07/2022	28	442 kN	25 MPa	249 kg/cm <sup>2</sup>					

*Nota.* La tabla anterior muestra los resultados de los cilindros sometidos a ensayo de compresión del cual se obtuvo una eficiencia máxima de 103% que corresponde a una resistencia promedio de 246 kg/cm<sup>2</sup> siendo muy satisfactorio en comparación con los porcentajes descrito en la Norma ACI.

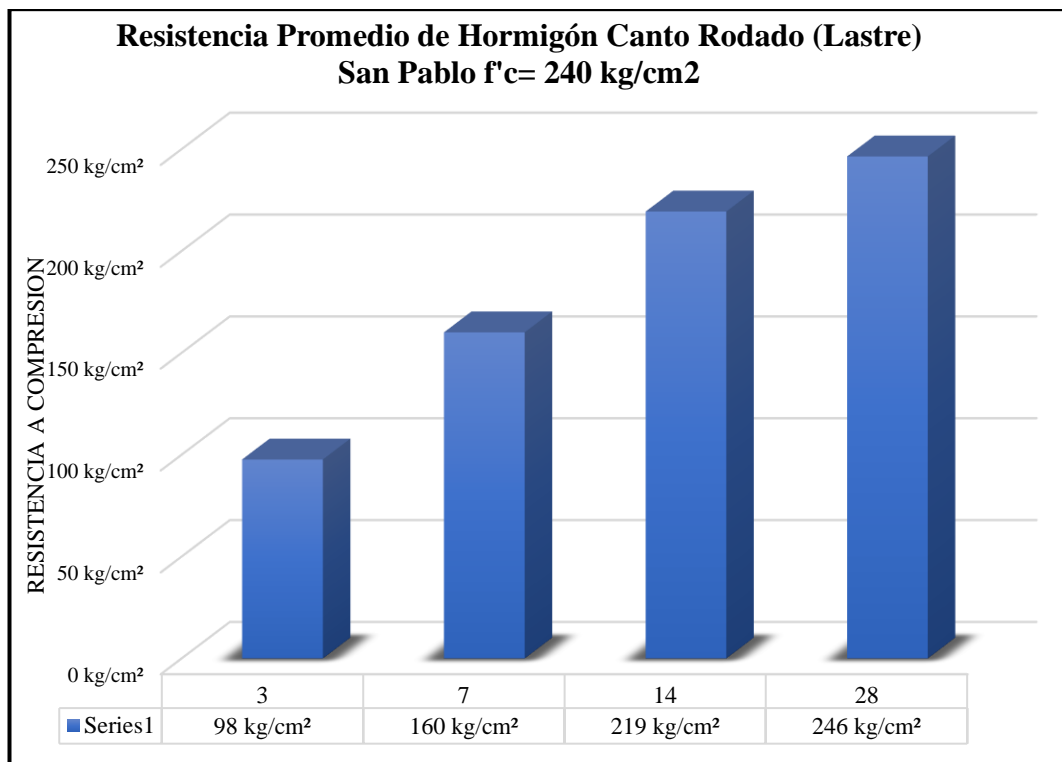
**Figura 9.**

*Resistencia de Hormigón Canto Rodado (Lastre) proveniente de la provincia Los Ríos  $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$*



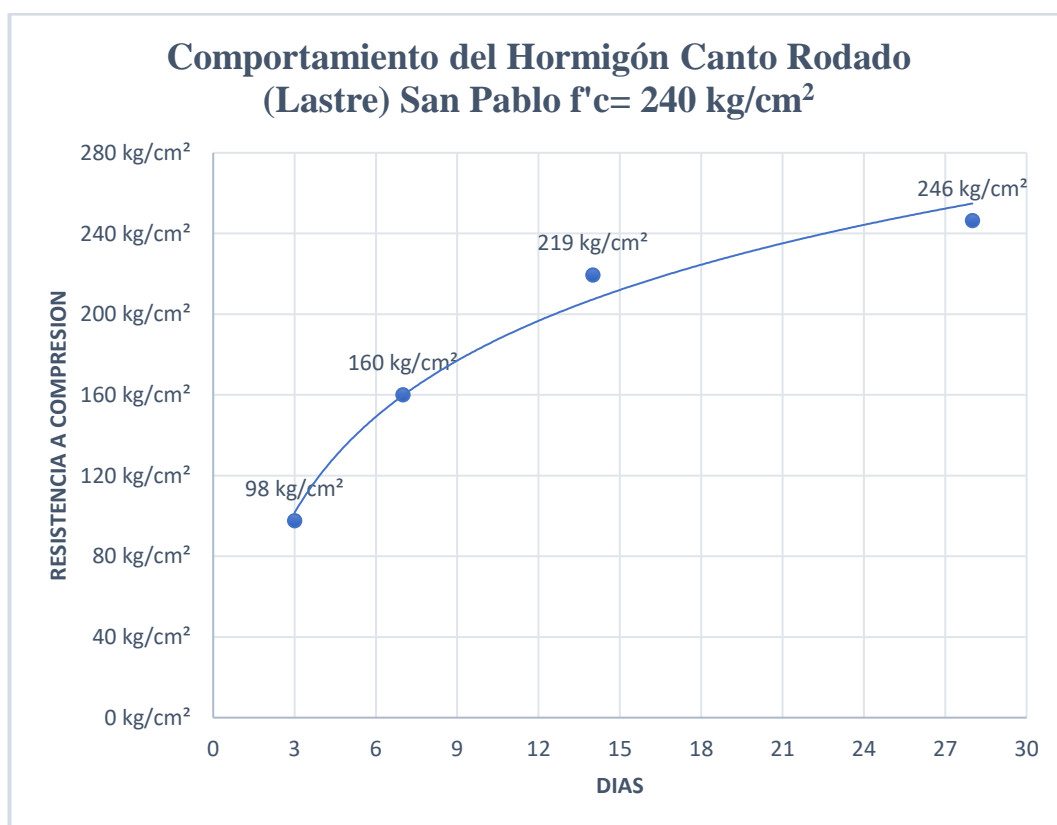
**Figura 10.**

*Eficiencia de Hormigón Canto Rodado (Lastre) Río San Pablo  $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$*



**Figura 11.**

*Diseño canto rodado Babahoyo  $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$*



#### **4.5. DISEÑO CON AGREGADOS DEL CAUCE DEL RÍO ZAPOTAL**

**Tabla 42.**

*Agregado grueso del cauce del Rio Zapotal*

Agregado Grueso del Cauce del Rio Zapotal					
Peso Volumétrico Suelto			Peso Volumétrico Varillado		
Volumen	0,00973	m <sup>3</sup>	Volumen	0,00973	m <sup>3</sup>
P.V.S.+ R	24,1	Kg	P.V.V.+ R	26,32	Kg
Recipiente	10,94	Kg	Recipiente	10,94	Kg
Peso Del Material	13,16	Kg	Peso Del Material	15,38	Kg
P.V.S.	1351,56	Kg/m <sup>3</sup>	P.V.V.	1579,56	Kg/m <sup>3</sup>

El generar y conocer el peso del agregado grueso del cauce del río Zapotal, se debe establecer el valor del peso volumétrico suelto de agregado grueso (PVS), tal como se muestra en la Tabla 42, donde se establece el peso volumétrico varillado (PVV), el mismo que se halla dentro de la normativa vigente.

**Tabla 43.***Densidad saturada superficialmente seca (D.S.S.S.)*

Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)		% Absorción		
P.S.S.S.	2000,00	gr	Recipiente (2)	W
W (canastilla sumergida)	1061,00	gr	W Recipiente (Gr)	84,00
W (canastilla sumergida + material)	2283,00	gr	W Grava Saturada+ R	713,00
W (can sumer+mat)-W (can sumer)	1222,00	gr	W Grava Seca+ R	683,00
VOLUMEN	778,00	cm <sup>3</sup>	W de Agua	30,00
	2,57	gr/cm <sup>3</sup>	W Grava Seca	599,00
D.S.S.S.	2570,69	Kg/m <sup>3</sup>	% Absorción	5,01

Para conocer los valores de las pruebas de ensayo realizadas con referencia a la Densidad saturada superficialmente seca (D.S.S.S.) del material agregado grueso del rio Zapotal, se evidencia que tiene valores de 2,57 gr/cm<sup>3</sup> y un promedio de absorción del 5,01%

**Tabla 44.***Humedad de Grava*

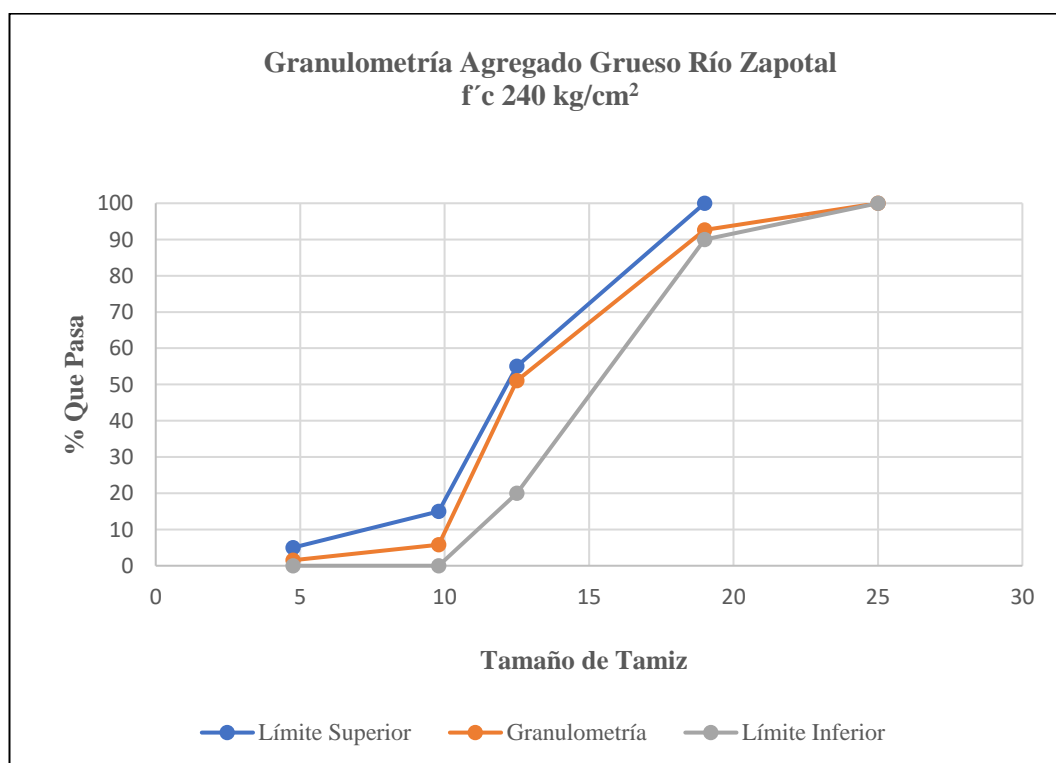
Humedad de Grava	
Recipiente	V1
W Recipiente (Gr)	54,35
W Grava + R	567,22
W Grava Seca+ R	561,29
W de Agua	5,93
W Grava Seca	506,94
%Humedad	1,17

**Tabla 45.***Granulometría agregado grueso*

Granulometría Agregado Grueso Especificaciones ASTM								
Tamiz (in)	W Retenido	% Retenido	% acumulado	% Pasa	N° 56	N° 57	N° 6	N° 67
2 1/2	0.00	0.00	0.00	100				
2	0.00	0.00	0.00	100				
1 1/2	0.00	0.00	0.00	100	100	100		
1	0.00	0.00	0.00	100	90-100	95-100	100	100
3/4	0.52	7.36	7.36	92.64	40-85	-	90-100	90-100
1/2	2.94	41.60	48.96	51.04	10-40	25-60	20-55	-
3/8	3.20	45.28	94.24	5.76	0-15	-	0-15	20-55
No 4	0.30	4.25	98.49	1.51	0-5	0-10	0-5	0-10
No 8	0.03	0.40	98.88	1.12	0	0-5	-	0-5
FONDO	0.08	1.12	100.00					
TOTAL	7.067	MF	3.48					

**Figura 12.**

*Granulometría Agregado Grueso Río Zapotal f'c 240 kg/cm<sup>2</sup>*



**Tabla 46.**

*Agregado fino aluvial del rio Zapotal Prov. Santa Elena*

AGREGADO FINO ALUVIAL DEL RIO ZAPOTAL		
PESO VOLUMETRICO SUELTO		
VOLUMEN	0.00281	m <sup>3</sup>
P.V.S.+ R	7.82	Kg
RECIPIENTE	4.42	Kg
PESO DEL MATERIAL	3.40	Kg
P.V.S.	1209.96	kg/m <sup>3</sup>

**Tabla 47.**

*Densidad Saturada y Humedad de Agregado Fino y material Río Zapotal.*

Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)			% Absorción		Humedad De Arena	
P.S.S.S.	500.00	gr	Recipiente	W	Recipiente	W
Lectura Inicial	510.00	gr	W Recipiente (gr)	55.00	W Recipiente (gr)	86.00
Lectura Final	700.00	gr	W Arena Saturada+ R	373.00	W Arena+ R	1190.00
W (Desalojado)	190.00	gr	W Arena Seca+ R	366.00	W Arena Seca+ R	1163.00
Volumen	190.00	cm <sup>3</sup>	W De Agua	7.00	W De Agua	27.00
	2.63	gr/cm <sup>3</sup>	W Arena Seca	311.00	W Arena Seca	1077.00
D.S.S.S.	2631.58	kg/m <sup>3</sup>	% Absorción	2.25	Humedad	2.51



**Tabla 48.**

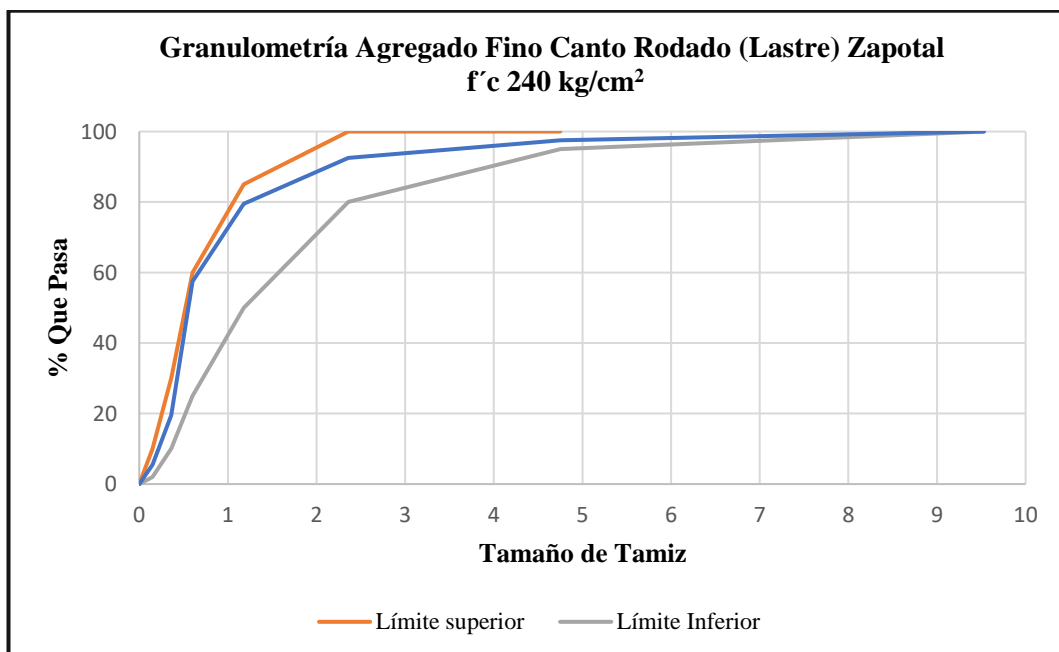
*Granulometría de Agregado fino para diseño de Canto Rodado (Lastre) del Río Zapotal Provincia de Santa Elena.*

Especificaciones ASTM- Granulometría Agregado Fino						
Tamiz (In)	Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	A.S.T.M.	
3/8	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
No 4	24.60	2.46	2.46	97.54	95	100
No 8	50.20	5.02	7.48	92.52	80	100
No 16	130.00	13.00	20.48	79.52	50	85
No 30	220.00	22.00	42.48	57.52	25	60
No 50	380.00	38.00	80.48	19.52	10	30
No 100	140.00	14.00	94.48	5.52	2	10
Fondo	55.20	5.52	100.00	0.00	0	0
Total	1000.00	MF	2.48			

El Módulo de Finura se obtiene calculando la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándar especificados (3/8, No 4, No 8, No 16, No 30, No 50, No100) y dividiendo la suma entre 100. Existen cambios significativos en la granulometría del agregado fino ya que tienen una repercusión importante en la demanda de agua y en consecuencia en la trabajabilidad del hormigón.

**Figura 13.**

*Granulometría Agregado Fino Canto Rodado (Lastre) Zapotal f'c 240 kg/cm<sup>2</sup>*



**Tabla 49.***Datos para diseño*

Datos de Diseño		
Peso específico del cemento	2950	kg/m <sup>3</sup>
ARENA		
Módulo de finura de la arena	2.48	
Peso volumétrico de la arena	1209.96	kg/m <sup>3</sup>
D.S.S.S. de la arena	2631.58	Kg/m <sup>3</sup>
Absorción de la arena	2.25	%
Humedad de la arena	2.51	%
GRAVA		
Peso volumétrico suelto de la grava	1351.56	kg/m <sup>3</sup>
Peso volumétrico varillado de la grava	1579.5621	kg/m <sup>3</sup>
D.S.S.S. de la grava	2570.69	kg/m <sup>3</sup>
Tamaño máximo nominal de la grava	19	Mm
Absorción de la grava	5.01	%
Humedad de la grava	1.17	%

**Tabla 50.***Diseño de Hormigón con Canto Rodado (Lastre) 240kg/cm<sup>2</sup> Río Zapotal*

Diseño de Hormigón f'c 240kg/cm <sup>2</sup>			
f'c	240	kg/cm <sup>2</sup>	85
f'cr (sin aire)	325	kg/cm <sup>2</sup>	

Cálculos para obtener el valor de la relación  $a/c$  agua cemento

$$y = y_0 + \left( \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \right) (x - x_0)$$

Donde:  $x = 325$  ;  $x_0 = 281$  ;  $x_1 = 352$  ;  $y_0 = 0.57$  ;  $y_1 = 0.48$  $x = 325$  resistencia promedio requerida $x_0 = 281 - y_0 = 0.57$  valores iniciales para la interpolación. $x_1 = 352 - y_1 = 0.48$  valores finales para la interpolación.

$$y = 0.57 + \left( \frac{0.48 - 0.57}{352 - 281} \right) (325 - 281)$$

$$y = 0.514$$

**Tabla 51.**

*Cantidad de Agua*

Asentamiento	agua, en l/m <sup>3</sup> , para los tamaños max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados Tabla 14: ACI 211 Comité							
	3/8"	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6"
<b>in</b>	<b>concretos sin aire incorporado</b>							
<b>1" a 2"</b>	207	199	190	179	166	154	130	113
<b>3" a 4"</b>	228	216	205	193	181	169	145	124
<b>5" a 7"</b>	243	228	216	202	190	178	160	---
Aire atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
	<b>concretos con aire incorporado</b>							
<b>1" a 2"</b>	181	175	168	160	150	142	122	107
<b>3" a 4"</b>	202	193	184	175	165	157	133	119
<b>5" a 7"</b>	216	205	197	184	174	166	154	---
Aire total	8.0	7.0	6.0	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0

*Nota.* en el material de Canto Rodado proveniente del Río Zapotal se observaron partículas de agregado grueso de 3/4 in y con revenimiento de 7.5cm (3in) obteniendo los siguientes valores:

*cantidad de agua: 205 l/m<sup>3</sup>*

*cantidad de aire atrapado: 2%*

Para obtener la cantidad de cemento, se debe dividir la cantidad de agua entre la relación agua material cementante.

$$C_c = \frac{C_a}{a/(c - m)}$$

$$C_c = \frac{205 \text{ l/m}^3}{0.514}$$

$$C_c = 398.66 \text{ kg/m}^3$$

Para obtener el valor del volumen de agregado grueso que necesitaremos para el diseño se debe realizar una interpolación lineal con los valores establecidos en la Tabla No.50 ACI para ello utilizaremos la siguiente ecuación:

$$y = y_0 + \left( \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \right) (x - x_0)$$

Donde:

$$x = 2.48 ; x_0 = 2.4 ; x_1 = 2.5 ; y_0 = 0.66 ; y_1 = 0.65$$

$x = 2.48$  resistencia promedio requerida

$x_0 = 2.4 - y_0 = 0.66$  valores iniciales para la interpolación.

$x_1 = 2.5 - y_1 = 0.65$  valores finales para la interpolación.

$$y = 0.66 + \left( \frac{0.65 - 0.66}{2.5 - 2.4} \right) (2.48 - 2.4)$$

$$y = 0.652$$

Para obtener la cantidad de agregado grueso se debe multiplicar el peso volumétrico varillado de nuestro agregado grueso por el volumen encontrado en el paso anterior:

$$C_{AG} = y * PVV_{AG}$$

$$C_{AG} = 1579.56 * 0.652$$

$$C_{AG} = 1030.095 \text{ kg/m}^3$$

**Tabla 52.**

*Cantidad de Agregado Fino*

AGREGADO FINO			
	W (kg)	D (kg/m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
Agua	205	1000	0.205
Cemento	398.66	2950.00	0.135
Grava	1030.095608	2570.69	0.401
Arena	629.35	2631.58	0.239
Aire	-	-	0.020
Total			1.000

**Tabla 53.***Corrección por humedad y absorción*

Corrección por Humedad y Absorción							Proporciones Corregidas			
Materiales	W (kg)	Humedad		Absorción		Diferencia	W (kg)	D (kg/m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	%propor V
		%	kg	%	kg					
Aire								0.02	0.2	
Cemento	398.6						398.6	2950.0	0.14	13.2
Grava	1030.1	1.17	12.0	5.0	-51.5	-39.5	990.5	2570.6	0.39	37.7
Arena	629.3	2.51	15.7	2.2	-14.1	1.61	630.9	2631.5	0.24	23.4
Agua	205		-28		65.7	-37.9	242.9	1000.	0.24	23.7
Total	2263.1	Para Un Metro Cúbico					2263.1		1.0	100

De los datos obtenidos de la Tabla 38 se indica las correcciones por humedad y absorción de cemento, grava, arena, agua cuyo propósito será modificar las proporciones iniciales a emplear en la dosificación del diseño de hormigón.

**Tabla 54.***Para Fundir testigos*

Para Fundir Testigos					
	Vfundir(m3)	%Propor V	Vol Material	D (Kg/m <sup>3</sup> )	Kg (Pesar)
Aire		2.0	0.0011		
Cemento		13.2	0.0077	2950	22.72
Grava	0.0583152	37.66	0.0220	2570.69	56.46
Arena		23.4	0.0137	2631.58	35.96
Agua		23.7	0.0138	1000	13.85
Total		100.0	0.0583		128.99

**Tabla 55.***Datos Cilindro*

Datos cilindro		
Pi	3,14	
Radio	0,075	m
A= Pi*r <sup>2</sup>	0,017	m <sup>2</sup>
h (altura cilindro)	0,3	m
V cilindro	0,0053	m <sup>3</sup>
# cilindros	10	unidades
Volumen Cilindro	0,0530	m <sup>3</sup>
Volumen testigos		0,0530 m <sup>3</sup>
Desperdicio	10%	0,0053 m <sup>3</sup>
Volumen requerido a fundir		0,0583 m <sup>3</sup>

**Tabla 56.**

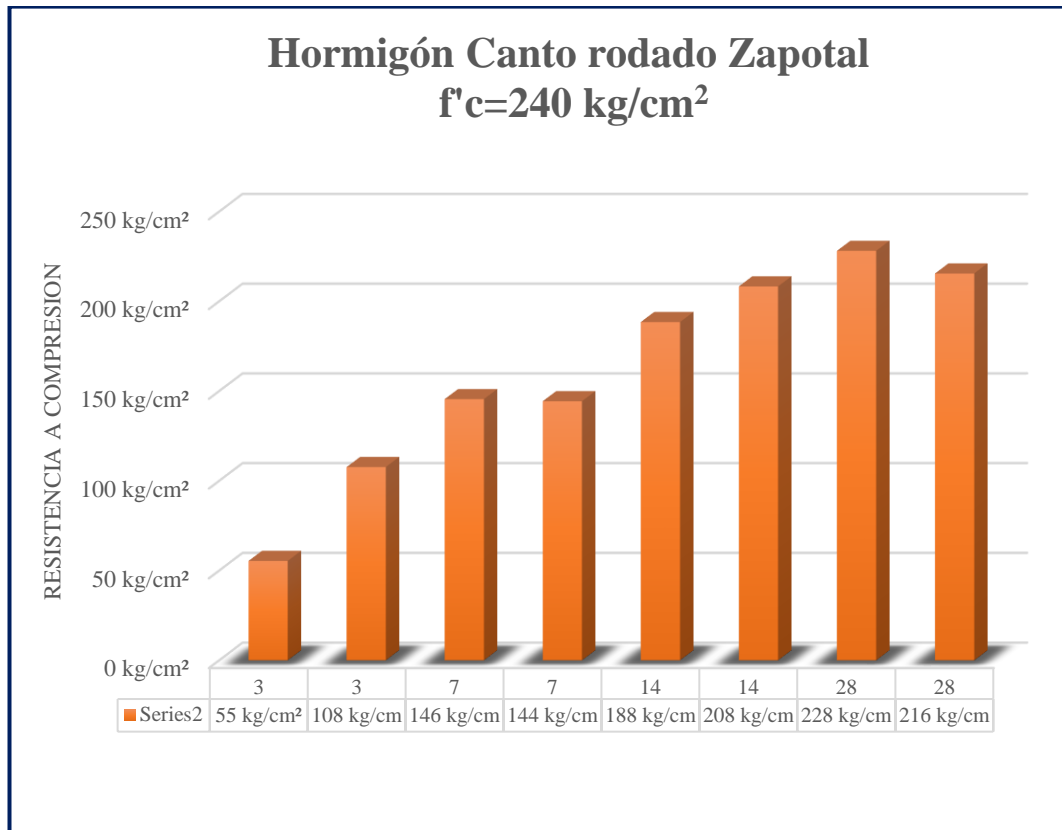
*Rotura de probetas cilíndricas del diseño de Canto rodado (Lastre) Río Zapotal ensayadas a compresión 3, 7, 14 y 28 días.*

		N°	Fecha de vaciado	Diámetro Cilindro			Altura	Área	Peso	
				D1	D2	Promedio				
Identificación del Cilindro		1	09/06/2022	15.19	15.14	15.165	30.13	180.62	12.174	
f'c = 240 kg/cm <sup>2</sup>		2	09/06/2022	15.06	15.04	15.05	30.09	177.89	12.253	
Diseño Canto Rodado		1	09/06/2022	15.08	15.18	15.13	30	179.79	12.25	
Río Zapotal		2	09/06/2022	14.9	14.87	14.885	30	174.02	11.98	
		1	09/06/2022	15.26	15.24	15.25	30.08	182.65	12.377	
		2	09/06/2022	15.25	15.24	15.245	30	182.53	12.339	
Revenimiento	7.5 cm	1	09/06/2022	15.004	15.02	15.012	30.088	177	12.12	
Resistencia	240 kg/cm <sup>2</sup>	2	09/06/2022	15.25	15.14	15.195	30.178	181.34	12.31	
Rotura						Eficiencia		Diseñado	Días	Aumento
Fecha	Edad (Días)	Carga (KN)	Resistencia Mpa	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Promedio				
10/06/2022	3	98 kN	5.55 MPa	55 kg/cm <sup>2</sup>	34 %	82 kg/cm <sup>2</sup>	40 %	3	-6 %	
	3	188 kN	10.63 MPa	108 kg/cm <sup>2</sup>						
14/06/2022	7	257 kN	15 MPa	146 kg/cm <sup>2</sup>	60 %	145 kg/cm <sup>2</sup>	65 %	7	-5 %	
	7	246 kN	14 MPa	144 kg/cm <sup>2</sup>						
21/06/2022	14	338 kN	19 MPa	188 kg/cm <sup>2</sup>	83 %	198 kg/cm <sup>2</sup>	90 %	14	-7 %	
	14	373 kN	19 MPa	208 kg/cm <sup>2</sup>						
05/07/2022	28	396 kN	22 MPa	228 kg/cm <sup>2</sup>	92 %	222 kg/cm <sup>2</sup>	99 %	28	-7 %	
	28	383 kN	22 MPa	216 kg/cm <sup>2</sup>						

*Nota.* La tabla anterior muestra los resultados de los cilindros sometidos a ensayo de compresión del cual se obtuvo una eficiencia máxima de 92% que corresponde a una resistencia promedio de 222 kg/cm<sup>2</sup> siendo poco satisfactorio en comparación con los porcentajes descrito en la Norma ACI.

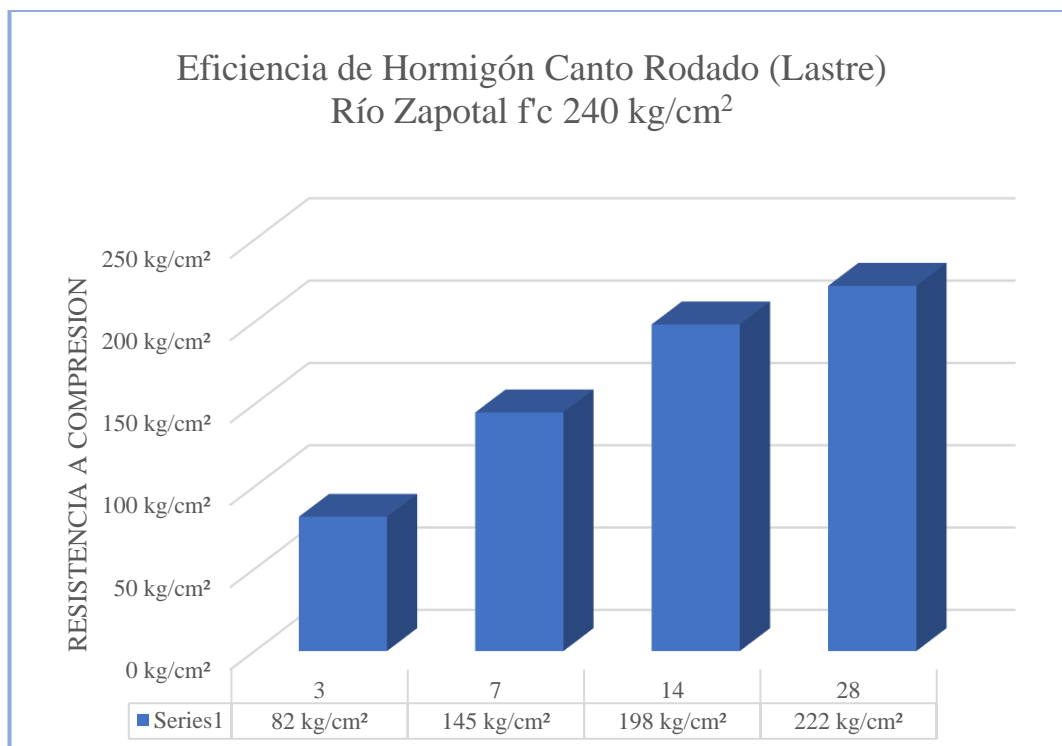
**Figura 14.**

*Resistencia de Hormigón Canto rodado Zapotal  $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$*



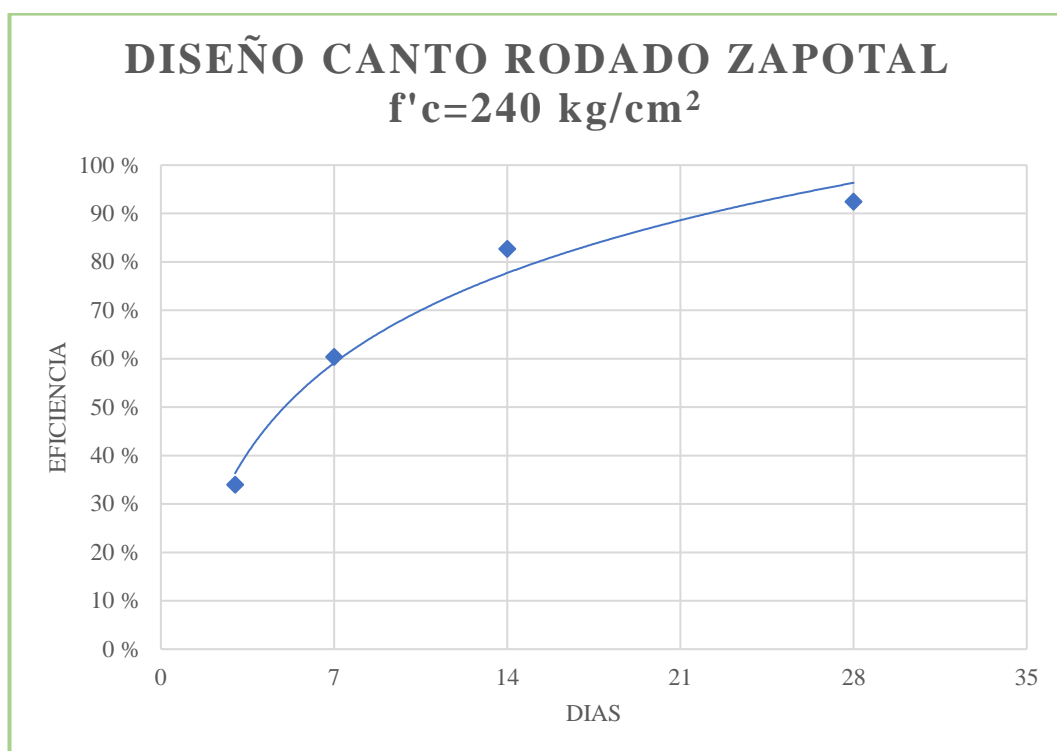
**Figura 15.**

*Eficiencia de Hormigón Canto Rodado (Lastre) Río Zapotal  $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$*



**Figura 16.**

*Figura: Diseño canto rodado Zapotal  $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$*



#### **4.6. DISEÑO DE MORTEROS CON EL AGREGADO FINO DE CANTO RODADO (LASTRE) ALUVIAL RÍO SAN PABLO Y RÍO ZAPOTAL**

Para el diseño de mortero se deben cumplir con las especificaciones técnicas establecidas por la NEC-SE-MP 2015 (Norma Ecuatoriana de la Construcción para Mampostería Estructural); el mismo que menciona dos tipos de morteros con su respectiva resistencia a la compresión: Mortero de Pega y Mortero de Relleno, para nuestro estudio nos enfocaremos en el Mortero de Pega M20.

**Tabla 57.**

*Resistencia mínima a compresión 28 días (MPa)*

Tipo de mortero	Resistencia mínima compresión días (MPa)	a 28	Composición en partes por volumen		
			Cemento	Cal	Arena
M20	20	1	-	2.5	



**Tabla 58.**

*Resultados de la Compresión de Morteros Agregado Fino del Canto Rodado (Lastre) Aluvial Río San Pablo y Río Zapotal*

ENSAYO UBICACIÓN PROBETAS			COMPRESIÓN DE MORTEROS LAB. UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA AGREGADO FINO RÍO SAN PABLO (M20 MPa)							
EDAD (días)	BASE (mm)	BASE (mm)	PROMEDIO BASE (mm)	ALTURA (mm)	AREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	eficiencia promedio	%
3	50.406	51.74	51.073	50	2553.65	17.86	6.91	71.34	73.48	36.74
3	50.158	50.73	50.444	50	2522.2	18.7	7.24	75.62		
7	50.02	50.4	50.21	49.22	2471.336	27.87	10.78	115.03	115.83	57.92
7	50.022	50.17	50.096	49.7	2489.771	28.47	11.02	116.63		
14	50.15	50.022	50.086	50.2	2514.317	46.76	18.1	189.69	187.18	93.59
14	50.02	49.4	49.71	52.7	2619.717	47.43	18.36	184.67		
28	50.011	49.2	49.6055	51	2529.881	52.84	20.45	213.04	214.13	107.06
28	50.01	50.01	50.01	50.2	2510.502	52.97	20.5	215.21		
AGREGADO FINO RÍO ZAPOTAL (M20 MPa)										
EDAD (días)	BASE (mm)	BASE (mm)	PROMEDIO BASE (mm)	ALTURA (mm)	AREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	eficiencia promedio	%
3	50.406	51.74	51.073	50	2553.65	18.34	7.02	73.26	73.41	36.7
3	50.158	50.73	50.444	50	2522.2	18.19	7.04	73.56		
7	50.02	50.4	50.21	49.22	2471.336	27.83	10.77	114.86	115.31	57.66
7	50.022	50.17	50.096	49.7	2489.771	28.26	10.94	115.77		
14	50.15	50.022	50.086	50.2	2514.317	46.27	17.91	187.71	183.54	91.77
14	50.02	49.4	49.71	52.7	2619.717	46.07	17.83	179.38		
28	50.011	49.2	49.6055	51	2529.881	50.38	19.5	203.12	204.82	102.41
28	50.01	50.01	50.01	50.2	2510.502	50.83	19.67	206.52		

#### **4.7. Consolidado Comparativo de la Resistencia a Compresión, Eficiencia y Comportamiento del Diseño de Hormigón de $f'c= 240$ kg/cm<sup>2</sup> de los Aluviales del Río San Pablo y Río Zapotal.**

En las Figuras siguientes se muestran las comparativas de resistencia promedio a compresión, eficiencia y comportamiento alcanzadas en el hormigón  $f'c= 240$  kg/cm<sup>2</sup> elaborados con tres tipos distintos de áridos enumerados de la siguiente manera:

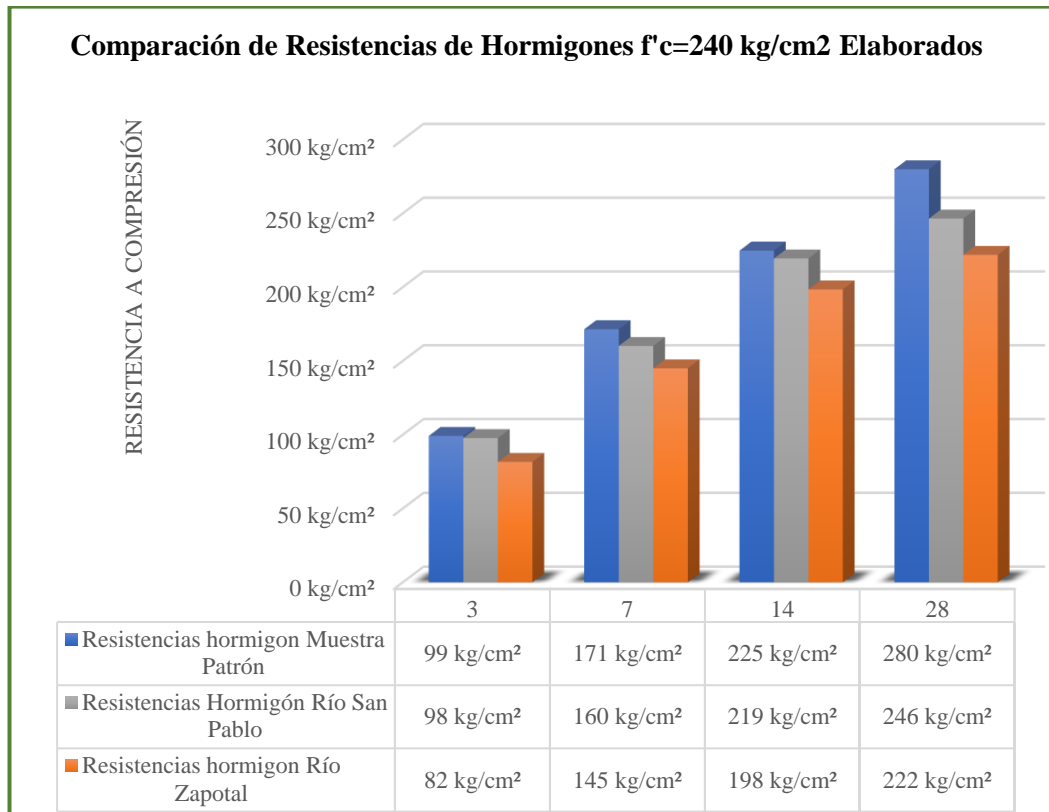
- a) Modelo patrón (con árido grueso de la Cantera “Huayco” y agregado fino de la Cantera “El Triunfo”).
- b) Modelo Canto rodado (Lastre) de los aluviales del Río San Pablo de la Provincia de Los Ríos.
- c) Modelo Canto rodado (Lastre) de los aluviales del Río Zapotal de la Provincia de Santa Elena.

Los ensayos a la resistencia a la compresión se realizaron en base a la norma (ASTM C39, 2001), en el cual se ilustran los resultados de las pruebas realizada en la máquina de Rotura a los 3, 7, 14, 28 días después de su fundición y fraguado. El valor de medida a la rotura de compresión se divide para el área de la probeta que es 176,625 cm<sup>2</sup>, donde su diámetro es de 15 cm con una altura de 30 cm manteniendo la relación 2 a 1 con respecto a sus dimensiones como menciona la norma (ASTM C39, 2001).

Una vez obtenido los resultados a la compresión, se compararán los valores de sus resistencias notando que el uso de las arenas de los ríos incidió en la resistencia de hormigón. con material de canto rodado del Río San Pablo son satisfactorias y tiene un buen desempeño tanto en sus propiedades físicas como mecánicas; por el contrario, en el diseño de canto rodado del Río Zapotal el desempeño es poco satisfactorio ya que las resistencias que se obtuvieron están por debajo de las especificaciones dadas en ACI 211.1 en referencia a nuestro diseño de modelo patrón que alcanzó una resistencia mayor a la especificada.

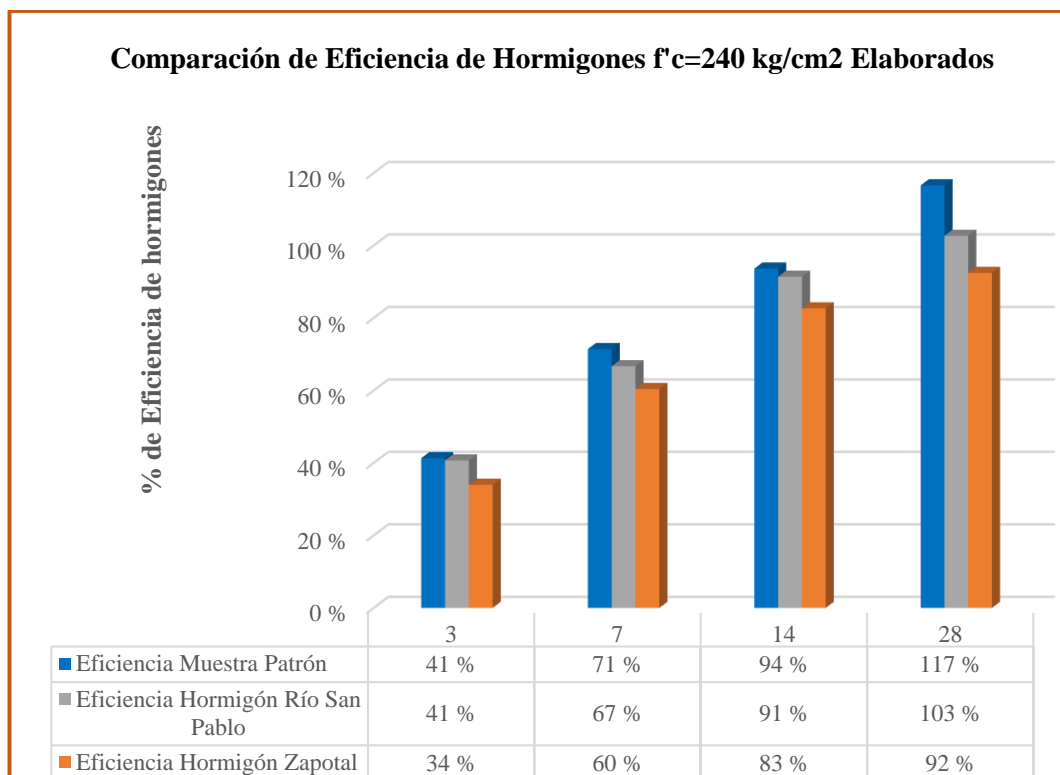
**Figura 17.**

*Consolidado Comparativo de Resistencias de Hormigones  $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$*



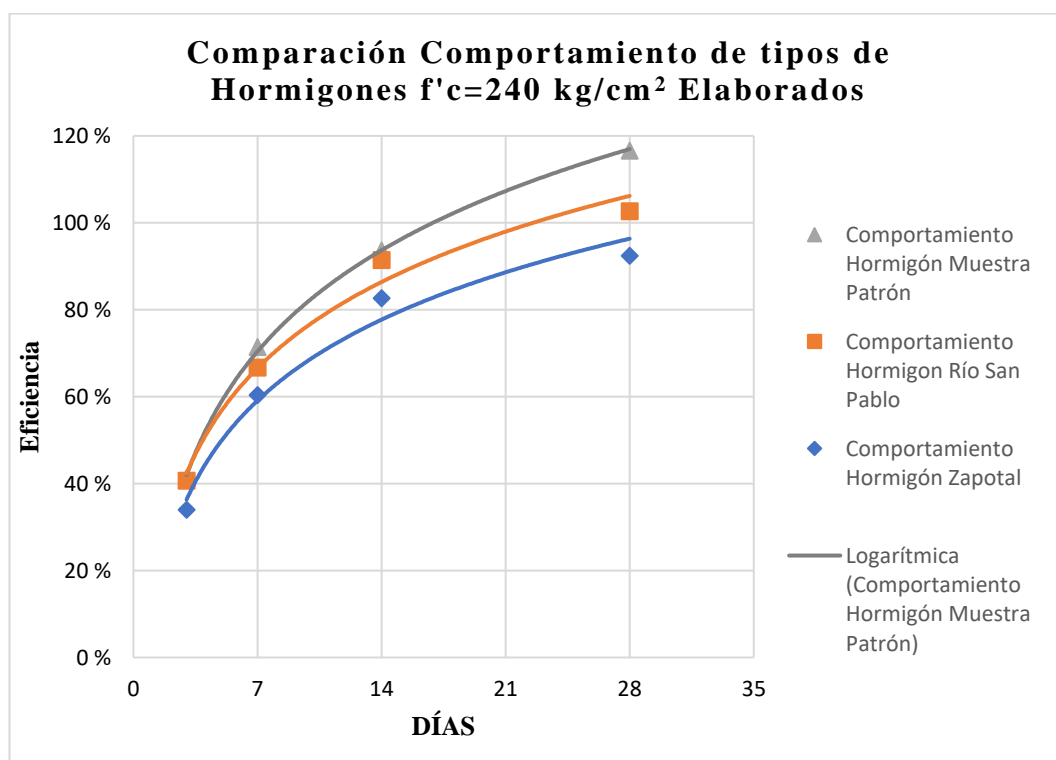
**Figura 18.**

*Consolidado Comparativo de Eficiencia de Hormigones  $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$*



**Figura 19.**

*Consolidado Comparativo del Comportamiento de Hormigones  $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$*



#### **4.8. Consolidado Comparativo de la Resistencia a Compresión, y Comportamiento del Diseño de Mortero de M20 (20Mpa) de los Aluviales del Río San Pablo y Río Zapotal.**

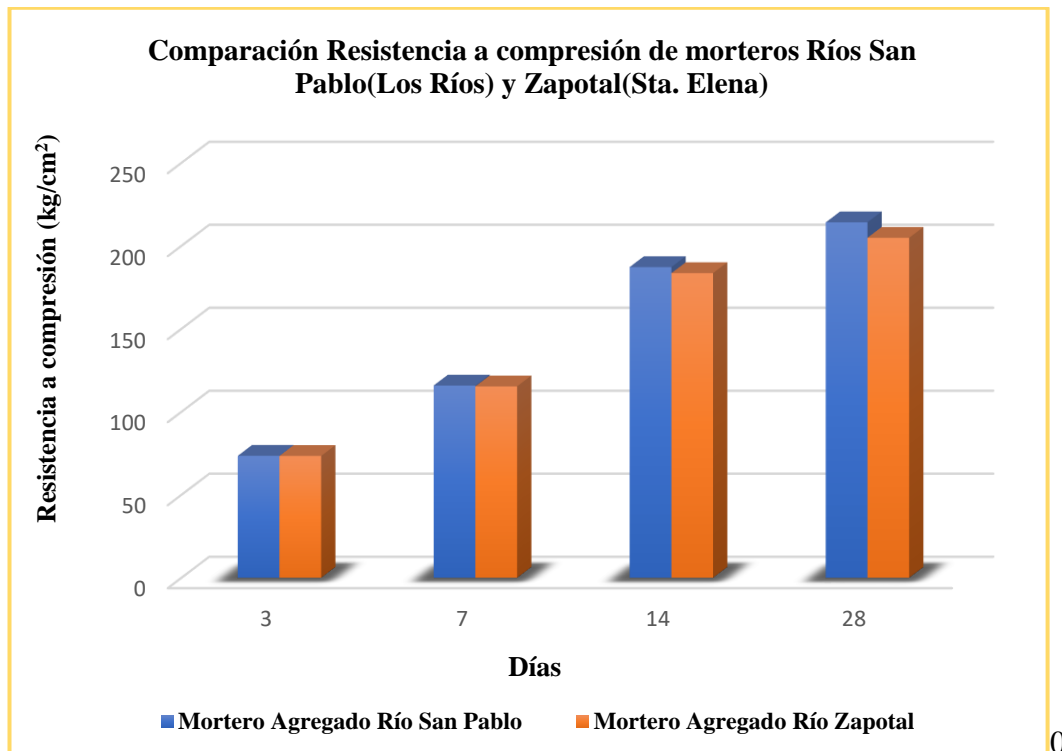
En las gráficas siguientes se muestran las comparativas de resistencia promedio a compresión y comportamiento alcanzadas en el diseño de mortero M20 (20Mpa) elaborados con do tipos distintos de áridos enumerados de la siguiente manera:

- a) Modelo con Agregado Fio del Canto rodado (Lastre) de los aluviales del Río San Pablo de la Provincia de Los Ríos.
- b) Modelo con Agregado Fino del Canto rodado (Lastre) de los aluviales del Río Zapotal de la Provincia de Santa Elena.

Dentro de los cuales se observa que las resistencias alcanzadas por el diseño con material de canto rodado del rio san pablo y río Zapotal son satisfactorias y tiene un buen desempeño con respecto a las especificaciones dadas en NEC-SE-MP (Mampostería Estructural).

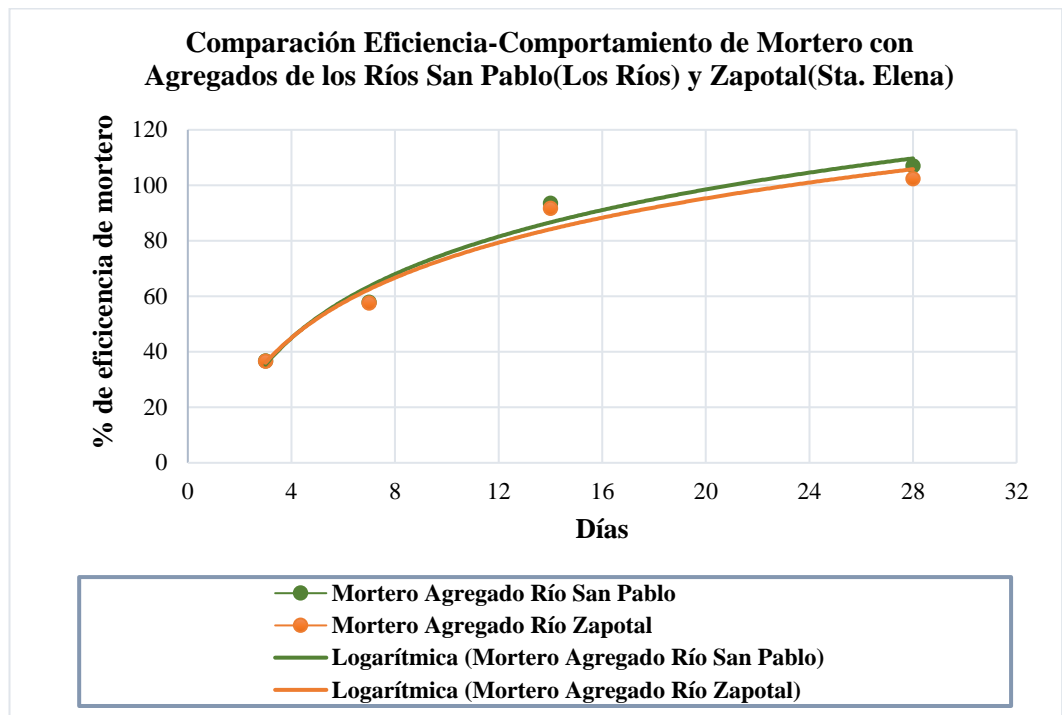
**Figura 20:**

*Comparación Resistencia a compresión de morteros Ríos San Pablo (Los Ríos) y Zapotal (Sta. Elena)*



**Figura 21:**

*Comparación Eficiencia-Comportamiento de Mortero M20 con Agregados de los Ríos San Pablo (Los Ríos) y Zapotal (Sta. Elena)*



# **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

Una vez culminado los diferentes ensayos de los agregados de los aluviales del río San Pablo de la provincia de Los Ríos y del río Zapotal de la provincia de Santa Elena, en el Laboratorio de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, se concluye lo siguiente:

En el ensayo de abrasión del canto rodado (lastre) de los aluviales del río San Pablo y el río Zapotal se obtuvo 13.2% y 19.6% de desgaste respectivamente, lo que indica que el material cumplió con los estándares especificados en la norma NTE INEN 860; y con respecto al ensayo de sulfato de magnesio que permite saber el comportamiento de durabilidad al estar expuesto ante el ataque de sulfato se consiguió resultados de 2.84% y 5.75% que cumplieron con la norma ASTM – C88.

Se concluye que para proceder con el diseño de hormigón para este tipo de material se debe realizar un cribado y hacer una selección de partículas debido a que el canto rodado (lastre) contiene mayor cantidad de agregado grueso que agregado fino, esto permitirá que haya una mejor adherencia al momento de realizar el mezclado.

Como consecuencia de lo expuesto se establece que el hormigón elaborado con el material convencional presentó una resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup> con eficiencia máxima de 117% obteniendo un aumento del 18%; y con respecto a los agregados del río San Pablo presenta mejor comportamiento y resistencia a la compresión con un valor promedio de 246 kg/cm<sup>2</sup> con una eficiencia de 103% que en comparación con las especificaciones del ACI se tiene un aumento de 4%; para el río Zapotal se obtuvo resultados pocos satisfactorios con una resistencia promedio a la compresión de 222 kg/cm<sup>2</sup> con un déficit de eficiencia de -7%; mientras que para el diseño de morteros cumplió con las especificaciones.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar estudios más profundos para la utilización de este material (lastre) de aluviales dentro de la provincia de Santa Elena de esta manera se obtendrá datos que permitirá establecer en que tipos de construcciones civiles se puede utilizar; así mismo resulta imprescindible estudiar si este material puede alcanzar resistencias mayores a la analizada en este tema de estudio.

Es de mencionar que todo agregado sea fino o grueso de cualquier cantera o aluvión donde sea extraído siempre va a estar expuesta a una serie de impurezas por lo que se debe cumplir con lo dispuesto en las normativas técnicas sobre estos materiales, pero ya es iniciativa de aquellas personas que dirigen construcciones o proyectos cumplir con las diversas normas de construcción; por tanto, los diseños, ensayos y demás análisis que se lleven a cabo deben tomar en cuenta las impurezas de los agregados al momento de realizar las mezclas de concreto, y si los agregados deben ser tratados en obra, el tratamiento a recomendar debería aplicarse antes del diseño de hormigón

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, M. (2018). La resistencia del hormigon en la dosificación de las mezclas con agregados finos y gruesos. *Emblema de la construcción*, 45.
- American, C. I. (2019). *Los agregadois fluviales en el contexto urbanistico*. Colombia: Pearson.
- Arauz Abad, D. G. (2019). : *ANÁLISIS COMPARATIVO DE HORMIGONES CON RESISTENCIA DE 35 Y 21 MPA UTILIZANDO MATERIALES DE CANTERA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS Y PORTOVIEJO*,. Guayaquil, Ecuador.
- Barrionuevo, M. (2017). *El uso adecuado del hormigon: Ventajas y desventajas* . Barranquilla, Colombia: Pearson.
- Bastidas, J. (2019). La población en el contexto estadístico. *Scielo*, 33.
- Bohorquez, J. (2017). *Las construcciones y su proceso evolutivo en el área de los proyectos emblemáticos en el Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Borrero, G. (2016). *Los agregados en el contexto de la construcción* . Argentina: Bahamontes.
- Carrera, H. (2018). *Los hormigones en el área de la construcción: cartacterísticas y usos*. México, D.F.: McKallisters.
- Cifuentes, G. (2017). *Características básicas de los materiales en el sector de la construcción*. Barcelona, España: Castillas.
- Cifuentes, K. (2019). *Los aghregados aluviales para mejorar la calidad del hormigon en el área de la construccion*. México: Trillas.
- Contreras, L. (2018). *Las obras arquitectonicas, influencia en la construccion actual*. Argentina : Paidos.
- Contreras, M. (2016). Los cilindros de concreto usados en el área de la construcción. *Scielo*, 48.
- Fernandez, J. (2017). *La estadistica en el proceso investigativo y su importancia de la muestra estratificada*. Mexico: McKallister.



- Gagg, C. (2014). Cement and concrete as an engineering material: An historic appraisal and case study analysis. . *Engineering Failure Analysis*, 40, 114.
- Garzón Vélez, G. R. (2009). *Analisis de la resistencia de hormigones y morteros elaborados con agregados de Guayaquil, Portoviejp y Posorja*. Guayaquil.
- Garzón, J. (2017). *Estudios y análisis comparativos entre métodos*. Bogota, Colombia: Pearson.
- Godillo, L. (2017). <https://web1.icpa.org.ar/wpcontent/uploads/2020/06/Webinar-SHOTCRETE-2020->. Obtenido de <https://web1.icpa.org.ar/wpcontent/uploads/2020/06/Webinar-SHOTCRETE-2020->.
- González, J. (2019). *La resistencia y caracteriticas de los hormigones y morteros en el área de la construcción*. Barcelona, España: Ospina.
- Gutierrez, M. (2017). *Corrosión en estructuras de concreto*. Mexico: Trillas.
- Hernandez, T. (2017). *Metodología de la Investigación*. México: Interamericana.
- Higueras, J. (2018). La metodología en el contexto de la investigacion científica. *Scielo, España*, 17.
- INEN, I. d. (2011). *En Aridos parahormigones. Determinación del contenido total de humedad*. Quito, Ecuador.
- Intriago, M. (2017). *Los componentes de los hormigones: Caracteristicas propias*. Mexico: Trillas.
- Iñiguez, G. (2019). *La muestra estadistica y su importancia en la seleccion de los elementos a ser trabajados*. Colombia: Pearson.
- Jimenez, T. (2017). Elementos constutyentes de los morteros . *Scielo*, 54.
- Laredo, H. (2015). Los equipos de construccion y su importancia en esta área. *Scielo*, 62.
- Mayorga, J. (2017). *La elasticidad de los materiales de la construccion* . Granadas.
- Menoscal, V. (2021). Los elementos más usados como agregados en la elaboracion de hormigones y morteros. *El Constructor*, 64.
- Mieles, J. (2019). *La inaplicabilidad de las normas de construccion en ciertos proyectos urbanisiticos*. Medellin, Colombia: Pearson.
- Montiel, L. (2018). Los agregados aluviones en el contexto del área de la construcción. *Scielo*, 68.

- Moreno, E. S. (2018). Resistencia a tensión del concreto elaborado con agregado calizo de alta absorción. *Concreto y Cemento. Investigación y desarrollo*, vol. 8 núm. 1, 41.
- Moreno, E., Solis, R., & Varela, J. (2016). Resistencia a tensión del concreto elaborado con agregado calizo de alta absorción. *Concreto y Cemento. Investigación y desarrollo*, vol. 8 núm. , 35.
- Moreno, F. (2016). *Las características más sobresalientes del concreto*. Bracelona, España: Obregon S.A.
- Moreno, H. (2019). El hormigón y sus características propias como soporte para el área de la construcción . *SciELO*, 55.
- Najera, M. (2014). *Las composiciones más adecuadas en la elaboración del hormigón* . Barcelona, España: Confase.
- Obregon, M. (2017). *El hormigón y su uso continuo en el área de la construcción*. La Habana, Cuba: Cienfuegos.
- Ordoñez, V. (2019). Aspectos fundamentales del concreto reforzado. *Caracas Asociación Venezolana de Productores de cemento*, 54.
- Ormaza, L. (2017). El agua, como elemento indispensable en el área de la construcción. *SciELO*, 69.
- Ortega Castro, A. (2013). *LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE TRES CANTERAS DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL HORMIGON EMPLEADO EN LA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES*. Ambato, Ecuador.
- Peralta, V. (2017). *Los elementos más indispensables en la mezcla para la elaboración de los hormigones y morteros*. Mexico: Trillas.
- Pineda, M. (2016). *Las propiedades y características de los agregados en cumplimiento de las normas de la construcción*. Malaga, España: Oviedo.
- Porrero, J. (2017). *Normas para el uso adecuado del concreto estructural relacionado con las obras de construcción*. Caracas: SIDETUR.
- Porrero, J. R. (2004). *Manual del concreto estructural*. Caracas: SIDETUR.
- Quinteros, J. (2017). La diversidad de hormigones en el sector de la construcción. *Avances constructores*, 58.
- Salazar, R. (2019). *Rocas ígneas*. Perú: Universidad Nacional del Altiplano, Perú.

- Soto Ubilla, C. (2015). Los cantos rodados de aluviales y su importancia en el área de la construcción. *Colegio de Ingenieros civiles de la república de Argentina*, 67.
- Soto, M. (2018). Los materiales de construcción y los estándares de calidad. *Scielo*, 94.
- Terreros, I. C. (2018). Materiales de construcción. *Scielo*, 57.
- Vanegas, H. (2019). Los elementos constitutivos para la elaboración de morteros. *Revista de la Construcción*, 127.
- Vargas, J. (2014). *Los instrumentos de medición en estadística*. Buenos Aires. Argentina: Kapelluz.
- Villegas, S. (2017). Los agregados finos y gruesos en procesos de dosificación. *Scielo*, 84.
- Viteri, M. (2016). Propiedades y características de los agregados aluviales. *Scielo*, 101.

## ANEXOS



Visita al sitio de investigación y toma de muestras del aluvial (Rio San Pablo – Provincia de Los Ríos).



Explicación por parte del docente tutor de los diferentes tipos aluviales y agregados.



Ensayo granulométrico del agregado fino de los aluviales del Rio San Pablo (provincia de los Ríos) y rio Zapotal (Provincia Santa Elena)



Ensayo del agregado fino (peso volumétrico suelto) de los aluviales del Rio San Pablo (provincia de los Ríos) y rio Zapotal (Provincia Santa Elena)



Ensayo de peso volumétrico varillado del canto rodado (lastre) para diseño de dosificación de  $f'c$  240 Kg/cm<sup>2</sup> de los aluviales del Rio San Pablo (provincia de los Ríos) y rio Zapotal (Provincia Santa Elena).



Ensayo de revenimiento a cada material de estudio (modelo patrón, aluviales del rio San Pablo y Zapotal)



Preparación de mezcla de hormigón para fundir las probetas de resistencia de  $f'c$  240 Kg/cm<sup>2</sup> modelo patrón, canto rodado (lastre) de los aluviales del Rio San Pablo (provincia de los Ríos) y rio Zapotal (Provincia Santa Elena).



Ensayo de Abrasión de los Ángeles para los materiales proveniente de los aluviales del Rio San Pablo y Zapotal.



Ensayo de resistencia a la compresión de cada uno de los diseños del tema de estudio modelo patrón, canto rodado (lastre) de los aluviales del Rio San Pablo (provincia de los Ríos) y rio Zapotal (Provincia Santa Elena).



Elaboración de especímenes de morteros de resistencia 20 MPa de canto rodado (lastre) de los aluviales del Rio San Pablo (provincia de los Ríos) y rio Zapotal (Provincia Santa Elena).











Ensayo de resistencia a la compresión de cada uno de los especímenes de mortero de los diseños de canto rodado (lastre) de los aluviales del Rio San Pablo (provincia de los Ríos) y rio Zapotal (Provincia Santa Elena).



Ensayo de sulfato de magnesio de los materiales de canto rodado (lastre) de los aluviales del Rio San Pablo (provincia de los Ríos) y rio Zapotal (Provincia Santa Elena).



		<p align="center"><b>"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGÓN f'c 240kg/cm<sup>2</sup> Y MORTERO ELABORADOS CON LASTRE DE LOS ALUVIALES DEL RÍO SAN PABLO (EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS) Y AGREGADOS DEL RÍO ZAPOTAL (CANTÓN SANTA ELENA)"</b></p>					
<p align="center"><b>DETERMINACIÓN DEL VALOR DE DESGASTE DE LOS ÁRIDOS EN EL HORMIGÓN MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES</b></p>							
CANTERA	Rio San Pablo			COORD:	S 1°48'9.15264"		
UBICACIÓN	Cantón Babahoyo - Prov. De Los Ríos				W 79°17'36.1104"		
DESCRIPCIÓN	Color Negro			FECHA DE ENSAYO	5/7/2022		
TIPO	Piedra Triturada	TAM. MAX NOM: 19mm					
<p align="center"><b>GRADACIÓN NOMINAL PARA ESTABLECER EL MÉTODO DE ENSAYO</b></p>							
PASANTE		RETENIDO		MÉTODO A	MÉTODO B	MÉTODO C	MÉTODO D
pulg.	mm	pulg.	mm				
1 1/2	37,5	1	25	1250 ± 25			
1	25	3/4	19	1250 ± 25			
3/4	19	1/2	12,5	1250 ± 10	2500 ± 10		
1/2	12,5	3/8	9,5	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8	9,5	1/4	6,3			2500 ± 10	
1/4	6,3	No 4	4,75			2500 ± 10	
No 4	4,75	No 8	2,36				5000 ± 10
TOTAL				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
<p align="center"><b>MÉTODO DE ENSAYO</b></p>							
ABRASIÓN		No ESF.		PESO TOTAL			
A		12		5000 ± 25			
B		11		4584 ± 25			
C		8		3330 ± 20			
D		6		2500 ± 15			
RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES ASTM C131	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA						
	FECHA DE ENSAYO						
	TIPO DE GRANULOMETRÍA			AGREGADO GRUESO			
RESULTADOS				MÉTODO B			
MASA DE LA CARGA ABRASIVA (g)				4584± 25			
MASA INICIAL DE LA MUESTRA (g)				5000			
MASA FINAL DE LA MUESTRA (g)				4550			
DESGASTE DE LOS ÁNGELES (%)				9,0%			
Tesistas:			Laboratorista		Director de laboratorio		
Lester Guaranda Reyes Marianela Rosales Suárez			Rogger Magallanes		Ing. Lucrecia Moreno Alcívar		



		<b>"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGÓN f'c 240kg/cm<sup>2</sup> Y MORTERO ELABORADOS CON LASTRE DE LOS ALUVIALES DEL RIO SAN PABLO (EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS) Y AGREGADOS DEL RIO ZAPOTAL (CANTÓN SANTA ELENA)"</b>					
<b>DETERMINACIÓN DEL VALOR DE DESGASTE DE LOS ÁRIDOS EN EL HORMIGÓN MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES</b>							
CANTERA	Rio San Pablo			COORD:	S 1°48'9.15264"		
UBICACIÓN	Cantón Babahoyo - Prov. De Los Ríos				W 79°17'36.1104"		
DESCRIPCIÓN	Color Negro			FECHA DE ENSAYO	5/7/2022		
TIPO	Canto rodado	TAM. MAX NOM: 25mm					
<b>GRADACIÓN NOMINAL PARA ESTABLECER EL MÉTODO DE ENSAYO</b>							
PASANTE		RETENIDO		MÉTODO A	MÉTODO B	MÉTODO C	MÉTODO D
pulg.	m m	pulg.	mm				
1 1/2	37,5	1	25	1250 ± 25			
1	25	3/4	19	1250 ± 25			
3/4	19	1/2	12,5	1250 ± 10	2500 ± 10		
1/2	12,5	3/8	9,5	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8	9,5	1/4	6,3			2500 ± 10	
1/4	6,3	No 4	4,75			2500 ± 10	
No 4	4,75	No 8	2,36				5000 ± 10
		TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>							
ABRASIÓN N		No ESF.		PESO TOTAL			
A		12		5000 ± 25			
B		11		4584 ± 25			
C		8		3330 ± 20			
D		6		2500 ± 15			
RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES ASTM C131	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA						
	FECHA DE ENSAYO						
	TIPO DE GRANULOMETRÍA			AGREGADO GRUESO			
RESULTADOS				MÉTODO A			
MASA DE LA CARGA ABRASIVA (g)				5000 ± 25			
MASA INICIAL DE LA MUESTRA (g)				5000			
MASA FINAL DE LA MUESTRA (g)				4338			
DESGASTE DE LOS ÁNGELES (%)				13,2%			
Tesisistas:		Laboratorista		Director de laboratorio			
Lester Guaranda Reyes Marianela Rosales Suárez		Rogger Magallanes		Ing. Lucrecia Moreno Alcívar			

		<b>"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGÓN f'c 240kg/cm<sup>2</sup> Y MORTERO ELABORADOS CON LASTRE DE LOS ALUVIALES DEL RIO SAN PABLO (EN LA PROVINCIA DE LOS RIOS) Y AGREGADOS DEL RIO ZAPOTAL (CANTÓN SANTA ELENA)"</b>					
<b>DETERMINACIÓN DEL VALOR DE DESGASTE DE LOS áridos EN EL HORMIGÓN MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES</b>							
CANTERA	Zapotal			COORD:	S 2°20'14.1306"		
UBICACIÓN	Cantón Santa Elena Prov. Santa Elena				W 80°33'9.27216"		
DESCRIPCIÓN	Color Negro			FECHA DE ENSAYO	5/7/2022		
TIPO	Piedra Triturada	TAM. MAX NOM: 19mm					
<b>GRADACIÓN NOMINAL PARA ESTABLECER EL MÉTODO DE ENSAYO</b>							
PASANTE		RETENIDO		MÉTODO A	MÉODO B	MÉTODO C	MÉTODO D
pulg.	mm	pulg.	mm				
1 1/2	37,5	1	25	1250 ± 25			
1	25	3/4	19	1250 ± 25			
3/4	19	1/2	12,5	1250 ± 10	2500 ± 10		
1/2	12,5	3/8	9,5	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8	9,5	1/4	6,3			2500 ± 10	
1/4	6,3	No 4	4,75			2500 ± 10	
No 4	4,75	No 8	2,36				5000 ± 10
			TOTAL	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>							
				ABRASIÓN	No ESF.	PESO TOTAL	
				A	12	5000 ± 25	
				B	11	4584 ± 25	
				C	8	3330 ± 20	
				D	6	2500 ± 15	
RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES ASTM C131	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA						
	FECHA DE ENSAYO						
	TIPO DE GRANULOMETRÍA			AGREGADO GRUESO			
RESULTADOS				MÉTODO B			
MASA DE LA CARGA ABRASIVA (g)				4584 ± 25			
MASA INICIAL DE LA MUESTRA (g)				5000			
MASA FINAL DE LA MUESTRA (g)				4022			
DESGASTE DE LOS ÁNGELES (%)				19,6%			
Tesistas:			Laboratorista		Director de laboratorio		
Lester Guaranda Reyes Marianela Rosales Suárez			Roger Magallanes		Ing. Lucrecia Moreno Alcívar		



		<p align="center">"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGÓN f<sup>c</sup> 240kg/cm<sup>2</sup> Y MORTERO ELABORADOS CON LASTRE DE LOS ALUVIALES DEL RIO SAN PABLO (EN LA PROVINCIA DE LOS RIOS) Y AGREGADOS DEL RIO ZAPOTAL (CANTÓN SANTA ELENA)"</p>				
<b>DETERMINACIÓN DE LA SOLIDEZ DE LOS ÁRIDOS EN EL HORMIGÓN MEDIANTE EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO (NTE INEN 863-11)</b>						
CANTERA	Rio San Pablo			COORD:	S 1°48'9.15264"	
UBICACIÓN	Cantón Babahoyo - Prov. De Los Ríos				W 79°17'36.1104"	
DESCRIPCION	Color Negro			FECHA DE ENSAYO	11/7/2022	
TIPO	Piedra Triturada	TAM. MAX NOM: 19mm				
<b>GRADACIÓN NOMINAL PARA ESTABLECER EL MÉTODO DE ENSAYO</b>						
<b>FRACCIONES PARA DETERMINAR MASA MÍNIMA DE ENSAYO</b>						
FRACCIÓN	PASANTE		RETENIDO		PARCIAL	TOTAL
	pulg.	mm	pulg.	mm		
1	3/8	9,5	No 4	4,75	300 ± 5 gr	1300 ± 15
	3/4	19	3/8	9,5	1000 ± 10 gr	
2	1/2	12,5	3/8	9,5	330 ± 5 gr	2500 ± 65
	3/4	19	1/2	12,5	670 ± 10 gr	
	1 1/2	37,6	3/4	19	1500 ± 50 gr	
3	1	25	3/4	20	500 ± 30 gr	6500 ± 380
	1 1/2	37,6	1	21	1000 ± 50 gr	
	2 1/2	62,5	1 1/2	22	5000 ± 300 gr	
4	2	50	1 1/2	37,6	2000 ± 200 gr	5000 ± 10
	2 1/2	62,5	2	50	3000 ± 300 gr	
Nota: para tamaños mayores espaciados en 25 mm, cada fracción adicional será de 7000 ± 1000.						
<b>REGISTRO DE PÉRDIDA POR MEDIO DE CRIBADO</b>						
TAMAÑO	PESO INICIAL	PESO FINAL	PÉRDIDAS			
			masa	%		
2" - 1 1/2"	-	-	-	-		
1 1/2" - 1"	-	-	-	-		
1" - 3/4"	-	-	-	-		
3/4" - 1/2"	670 gr	652 gr	18 gr	2,69 %		
1/2" - 3/8"	330 gr	325 gr	5 gr	1,52 %		
3/8" - No4	100 gr	96 gr	4 gr	4,00 %		
No4 - No8	100 gr	98 gr	2 gr	2,00 %		
<b>REGISTRO DE DATOS Y RESULTADOS</b>						
Masa original de la muestra de ensayo (A)					1200 gr	
Masa de la muestra perdida después del ensayo (B)					29 gr	
Porcentaje de perdida por 5 ciclos de inmersión y secado (%)					2,42 %	
Valor de desgaste por inmersión en sulfato de magnesio %=(B/A) *100						
<b>Tesistas:</b>		<b>Laboratorista</b>		<b>Director de laboratorio</b>		
Lester Guaranda Reyes Marianela Rosales Suárez		Roger Magallanes		Ing. Lucrecia Moreno Alcívar		

		<p align="center">"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGÓN f'c 240kg/cm<sup>2</sup> Y MORTERO ELABORADOS CON LASTRE DE LOS ALUVIALES DEL RIO SAN PABLO (EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS) Y AGREGADOS DEL RIO ZAPOTAL (CANTÓN SANTA ELENA)"</p>				
<b>DETERMINACIÓN DE LA SOLIDEZ DE LOS ÁRIDOS EN EL HORMIGÓN MEDIANTE EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO (NTE INEN 863-11)</b>						
CANTERA	Rio San Pablo			COORD:	S 1°48'9.15264"	
UBICACIÓN	Cantón Babahoyo - Prov. De Los Ríos				W 79°17'36.1104"	
descripción	Color Negro			FECHA DE ENSAYO	11/7/2022	
TIPO	Canto rodado	TAM. MAX NOM: 25mm				
<b>GRADACIÓN NOMINAL PARA ESTABLECER EL MÉTODO DE ENSAYO</b>						
<b>FRACCIONES PARA DETERMINAR MASA MÍNIMA DE ENSAYO</b>						
FRACCIÓN	PASANTE		RETENIDO		PARCIAL	TOTAL
	pulg.	mm	pulg.	mm		
1	3/8	9,5	No 4	4,75	300 ± 5 gr	1300 ± 15
	3/4	19	3/8	9,5	1000 ± 10 gr	
2	1/2	12,5	3/8	9,5	330 ± 5 gr	2500 ± 65
	3/4	19	1/2	12,5	670 ± 10 gr	
	1 1/2	37,6	3/4	19	1500 ± 50 gr	
3	1	25	3/4	20	500 ± 30 gr	6500 ± 380
	1 1/2	37,6	1	21	1000 ± 50 gr	
	2 1/2	62,5	1 1/2	22	5000 ± 300 gr	
4	2	50	1 1/2	37,6	2000 ± 200 gr	5000 ± 10
	2 1/2	62,5	2	50	3000 ± 300 gr	
Nota: para tamaños mayores espaciados en 25 mm, cada fracción adicional será de 7000 ± 1000.						
<b>REGISTRO DE PÉRDIDA POR MEDIO DE CRIBADO</b>						
TAMAÑO	PESO INICIAL	PESO FINAL	PERDIDAS			
			masa	%		
2" - 1 1/2"	2000 gr	1960 gr	40 gr	2,00 %		
1 1/2" - 1"	1000 gr	978 gr	22 gr	2,20 %		
1" - 3/4"	500 gr	484 gr	16 gr	3,20 %		
3/4" - 1/2"	670 gr	642 gr	28 gr	4,18 %		
1/2" - 3/8"	330 gr	315 gr	15 gr	4,55 %		
3/8" - No4	300 gr	284 gr	16 gr	5,33 %		
No4 - No8	300 gr	292 gr	8 gr	2,67 %		
<b>REGISTRO DE DATOS Y RESULTADOS</b>						
Masa original de la muestra de ensayo (A)					5100 gr	
Masa de la muestra perdida después del ensayo (B)					145 gr	
Porcentaje de perdida por 5 ciclos de inmersión y secado (%)					2,84 %	
Valor de desgaste por inmersión en sulfato de magnesio %=(B/A) *100						
<b>Testistas:</b>		<b>Laboratorista</b>		<b>Director de laboratorio</b>		
Lester Guaranda Reyes Marianela Rosales Suárez		Roger Magallanes		Ing. Lucrecia Moreno Alcívar		

		<p align="center">"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DE HORMIGÓN f'c 240kg/cm<sup>2</sup> Y MORTERO ELABORADOS CON LASTRE DE LOS ALUVIALES DEL RIO SAN PABLO (EN LA PROVINCIA DE LOS RIOS) Y AGREGADOS DEL RIO ZAPOTAL (CANTÓN SANTA ELENA)"</p>				
<b>DETERMINACIÓN DE LA SOLIDEZ DE LOS ÁRIDOS EN EL HORMIGÓN MEDIANTE EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO (NTE INEN 863-11)</b>						
CANTERA	Zapotal			COORD:	S 2°20'14.1306"	
UBICACIÓN	Cantón Santa Elena Prov. Santa Elena				W 80°33'9.27216"	
DESCRIPCIÓN	Color Negro			FECHA DE ENSAYO	11/7/2022	
TIPO	Piedra Triturada	TAM. MAX NOM: 19mm				
<b>GRADACIÓN NOMINAL PARA ESTABLECER MÉTODO DE ENSAYO</b>						
<b>FRACCIONES PARA DETERMINAR MASA MÍNIMA DE ENSAYO</b>						
FRACCION	PASANTE		RETENIDO		PARCIAL	TOTAL
	pulg.	mm	pulg.	mm		
1	3/8	9,5	No 4	4,75	300 ± 5 gr	1300 ± 15
	3/4	19	3/8	9,5	1000 ± 10 gr	
2	1/2	12,5	3/8	9,5	330 ± 5 gr	2500 ± 65
	3/4	19	1/2	12,5	670 ± 10 gr	
	1 1/2	37,6	3/4	19	1500 ± 50 gr	
3	1	25	3/4	20	500 ± 30 gr	6500 ± 380
	1 1/2	37,6	1	21	1000 ± 50 gr	
	2 1/2	62,5	1 1/2	22	5000 ± 300 gr	
4	2	50	1 1/2	37,6	2000 ± 200 gr	5000 ± 10
	2 1/2	62,5	2	50	3000 ± 300 gr	
Nota: para tamaños mayores espaciados en 25 mm, cada fracción adicional será de 7000 ± 1000.						
<b>REGISTRO DE PÉRDIDA POR MEDIO DE CRIBADO</b>						
TAMAÑO	PESO INICIAL	PESO FINAL	PERDIDAS			
			masa	%		
2" - 1 1/2"	-	-	-	-		
1 1/2" - 1"	-	-	-	-		
1" - 3/4"	-	-	-	-		
3/4" - 1/2"	670 gr	630 gr	40 gr	5,97 %		
1/2" - 3/8"	330 gr	322 gr	8 gr	2,42 %		
3/8" - No4	300 gr	276 gr	24 gr	8,00 %		
No4 - No8	300 gr	280 gr	20 gr	6,67 %		
<b>REGISTRO DE DATOS Y RESULTADOS</b>						
Muestra de ensayo (A)					1600 gr	
Después del ensayo (B)					92 gr	
Porcentaje de pérdida por 5 ciclos de inmersión y secado (%)					5,75 %	
Valor de desgaste por inmersión en sulfato de magnesio %=(B/A) *100						
<b>Tesistas:</b>		<b>Laboratorista</b>		<b>Director de laboratorio</b>		
Lester Guaranda Reyes Marianela Rosales Suárez		Rogger Magallanes		Ing. Lucrecia Moreno Alcívar		

	ENSAYO		COMPRESIÓN DE MORTEROS							
	UBICACIÓN		LAB. UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA							
	PROBETAS		AGREGADO FINO BABAHOYO (M20 MPa)							
	TESISTAS		LESTER GUARANDA - MARIANELA ROSALES							
	TUTOR		ING. GASTÓN PROAÑO							
EDAD (días)	BASE (mm)	BASE (mm)	PROMEDIO BASE (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Eficiencia	
									Promedio	%
3	50,406	51,74	51,073	50	2553,65	17,86	6,91	70,48	72,165	36,08
3	50,158	50,73	50,444	50	2522,2	18,7	7,24	73,85		
7	50,02	50,4	50,21	49,22	2471,336	27,87	10,78	109,96	111,18	55,59
7	50,022	50,17	50,096	49,7	2489,771	28,47	11,02	112,40		
14	50,15	50,022	50,086	50,2	2514,317	46,76	18,1	184,62	185,946	92,97
14	50,02	49,4	49,71	52,7	2619,717	47,43	18,36	187,27		
28	50,011	49,2	49,6055	51	2529,881	52,84	20,45	208,59	208,845	104,42
28	50,01	50,01	50,01	50,2	2510,502	52,97	20,5	209,10		



	ENSAYO		COMPRESIÓN DE MORTEROS							
	UBICACIÓN		LAB. UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA							
	PROBETAS		AGREGADO FINO (M20 Mpa)							
	TESISTAS		LESTER GUARANDA - MARIANELA ROSALES							
	TUTOR		ING. GASTON PROAÑO							
EDAD (días)	BASE (mm)	BASE (mm)	PROMEDIO BASE (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Eficiencia	
									Promedio	%
3	50,406	51,74	51,073	50	2553,65	18,34	7,02	71,60	71,706	35,85
3	50,158	50,73	50,444	50	2522,2	18,19	7,04	71,81		
7	50,02	50,4	50,21	49,22	2471,336	27,83	10,77	109,85	110,721	55,36
7	50,022	50,17	50,096	49,7	2489,771	28,26	10,94	111,59		
14	50,15	50,022	50,086	50,2	2514,317	46,27	17,91	182,68	182,274	91,14
14	50,02	49,4	49,71	52,7	2619,717	46,07	17,83	181,87		
28	50,011	49,2	49,6055	51	2529,881	50,38	19,5	198,90	199,767	99,88
28	50,01	50,01	50,01	50,2	2510,502	50,83	19,67	200,63		