



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

“DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO
ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO MANANTIAL DE
GUANGALA QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE
MANANTIAL DE GUANGALA”.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO(A) CIVIL

AUTOR (ES):
ALEJANDRO QUIMÍ EDER RICHARD
MERCHÁN REYES CHRISTIAN ANDRÉS

TUTOR:
ING. RAÚL ANDRÉS VILLOA VERA

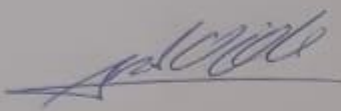
La Libertad, Ecuador

2019

CERTIFICACIÓN

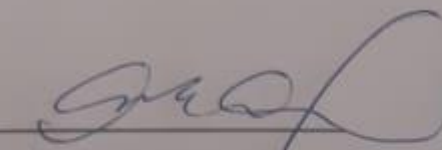
Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por Alejandro Quimi Eder Richard y Merchán Reyes Christian Andrés, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniero Civil.

TUTOR (A)

f. 

Ing. Raúl Andrés Villao Vera

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

Arq. Gilda Rubira Gómez

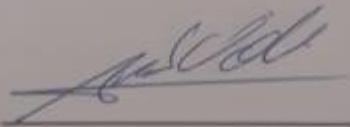
La Libertad, a los 13 del mes de septiembre del año 2019

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación "DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO MANANTIAL DE GUANGALA QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA", elaborado por los Sres. ALEJANDRO QUIMÍ EDER RICHARD Y MERCHÁN REYES CHRISTIAN ANDRÉS, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

f.



Ing. Raúl Andrés Villao Vera

La Libertad, a los 13 del mes de septiembre del año 2019

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Alejandro Quimi Eder Richard** y **Merchán Reyes Christian Andrés**.

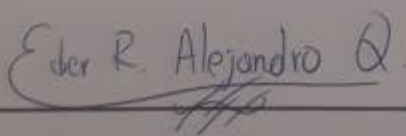
DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, "DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO MANANTIAL DE GUANGALA QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA" previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales y de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 13 del mes de septiembre del año 2019

AUTORES

f. 
Alejandro Quimi Eder Richard

f. 
Merchán Reyes Christian Andrés

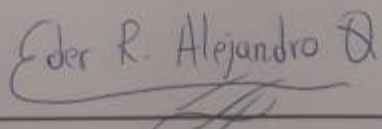
AUTORIZACIÓN


Nosotros, **Alejandro Quimi Eder Richard** y **Merchán Reyes Christian Andrés**.

Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, "**DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO MANANTIAL DE GUANGALA QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA**", cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 13 del mes de septiembre del año 2019

AUTORES

f. 
Alejandro Quimi Eder Richard

f. 
Merchán Reyes Christian Andrés



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

Creación: Ley No. 110 R.O. No. 366 (Suplemento) 1998-07-22

La libertad, 16 de julio de 2019

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

002-RAVV-2019

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado **“DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO MANANTIAL DE GUANGALA QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA”** elaborado por los estudiantes **ALEJANDRO QUIMÍ EDER RICHARD Y MERCHÁN REYES CHRISTIAN ANDRÉS**, egresados de la **CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**, de la facultad de **CIENCIAS EN LA INGENIERA** de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, me permito declarar que una vez analizado en el sistema de URKUND, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con 1% de valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud

Atentamente

ING. RAÚL ANDRÉS VILLOA VERA

REGISTRO SENESCYT: 1028-12-1143960

TUTOR

Dirección: Vía La Libertad – Santa Elena. Teléfono: 2781738 – 2780019
Cantón La Libertad – Ecuador. Casilla Postal No. 7047

telefax: 2780019

AGRADECIMIENTOS

A Dios, que, con su omnipresencia, me ha ayudado a salir adelante no sólo en el desarrollo de este trabajo, sino en cada momento difícil por los que he atravesado.

A mis padres: Walter y Silvia, por todas sus muestras de amor y apoyo incondicional que me han dado durante las diferentes etapas de mi vida.

A Christian, mi compañero de trabajo de grado, por la contagiante entrega y dedicación que ha tenido.

Al Ing. Raúl Villao, docente tutor, por la ayuda y el conocimiento brindado provenientes de él.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, institución que me ha dado la oportunidad no solo de formarme profesionalmente, sino también como una persona de principios y metas.

Eder Richard Alejandro Quimí

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme sabiduría, perseverancia y fuerzas para culminar con satisfacción este trabajo de grado.

A mi madre, Landy Reyes Cruz por el apoyo constante, y ser un gran ejemplo para mí, siendo uno de los pilares fundamentales de motivación para alcanzar mis metas y objetivos.

A mi familia en general por creer en mí, construyéndome con valores y principios para ser un hombre de bien.

A los docentes y amigos que de una u otra manera me apoyaron con sus conocimientos, consejos y palabras de aliento.

Christian Andrés Merchán Reyes

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mis padres: Walter y Silvia, también a mis hermanos: Byron y Brecci, con quienes el núcleo familiar siempre se basó en compartir, amar, respetar, apoyar, en hacernos fuertes en momentos difíciles y siempre tratar de tener una buena convivencia.

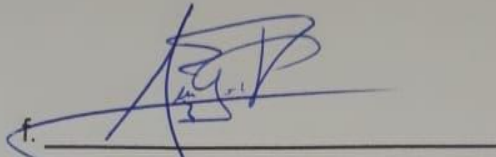
Eder Richard Alejandro Quimí

DEDICATORIA

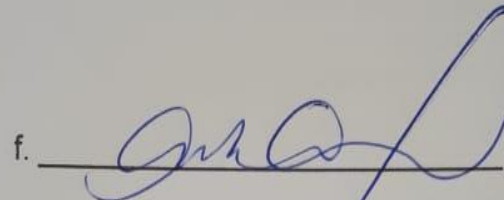
A Dios y a mi familia, en especial a mi Madre porque el cumplimiento de esta meta toda se la debo netamente a ella por su apoyo incondicional, su confianza, por su anhelo de verme convertido en un gran profesional, por hacer de mí la persona que soy, por tomar el rol de padre y madre para mí, por ser el pilar fundamental de mi vida y por muchas cosas más.

Christian Andrés Merchán Reyes

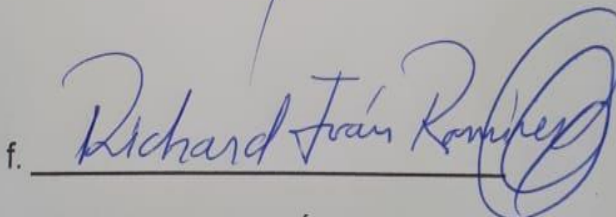
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

Ing. JUAN GARCÉS VARGAS
DECANO DE LA FACULTAD

f. 

Arq. GILDA RUBIRA GÓMEZ
DIRECTOR DE CARRERA

f. 

Ing. RICHARD RAMÍREZ PALMA
COORDINADOR O DOCENTE DEL ÁREA

f. 

Ab. VÍCTOR CORONEL ORTÍZ, MSc.
SECRETARIO GENERAL

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	II
APROBACIÓN DEL TUTOR	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	IV
AUTORIZACIÓN.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VII
DEDICATORIA.....	IX
RESUMEN	XXI
ABSTRACT	XXII
CAPÍTULO I.....	1
1. GENERALIDADES.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Planteamiento del problema	4
1.4 Justificación	5
1.5 Objetivos.....	5
1.5.1 Objetivo general.....	5
1.5.2 Objetivos específicos	5
1.6 Alcance	6
CAPÍTULO II.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Materiales empleados en la fabricación de hormigón	7

2.1.1	Cemento	7
2.1.2	Agregados en el hormigón	9
2.1.3	Agua	13
2.2	Hormigón permeable	13
2.2.1	Usos y aplicaciones	13
2.2.2	Ventajas y desventajas	14
2.2.3	Propiedades.....	15
	CAPÍTULO III.....	18
3.	ESTUDIO EXPERIEMETAL.....	18
3.1	Descripción general	18
3.2	Materiales utilizados para la fabricación del hormigón permeable.....	18
3.2.1	Agregado grueso	18
3.2.2	Agregado fino.....	19
3.2.3	Cemento	19
3.2.4	Agua	19
3.3	Ensayos realizados para determinar la calidad de los agregados en el hormigón.....	20
3.3.1	Análisis granulométrico - NTE INEN 696	20
3.3.2	Determinación de contenido total de humedad - NTE INEN 862	26
3.3.3	Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) - NTE INEN 858	
	29	
3.3.4	Determinación de la densidad y absorción de los áridos	33
3.3.5	Determinación del material más fino que pasa el tamiz con abertura de 75µm (No. 200), mediante lavado – NET INEN 697	41
3.3.6	Determinación de terrones de arcilla y partículas NTE INEN 698 ..	43
3.3.7	Determinación del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación - NTE INEN 864.....	45

3.3.8	Determinación del valor de la degradación del árido grueso de partículas menores a 37,5 mm mediante el uso de la máquina de los ángeles - NTE INEN 860	46
3.3.9	Determinación de la solidez de los áridos mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio - NTE INEN 863.....	49
3.4	Diseño de la mezcla de hormigón permeable	53
3.4.1	Factores a tomar en cuenta para la dosificación	53
3.4.2	Nomenclatura para cada dosificación	54
3.4.3	Procedimiento de la primera dosificación	55
3.4.4	Dosificaciones.....	63
3.4.5	Elaboración de probetas de hormigón permeable.	70
CAPÍTULO IV		78
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS AL HORMIGÓN PERMEABLE.....	78
4.1	Generalidades.....	78
4.2	Resultados y análisis de los ensayos de asentamiento.	78
4.3	Resultados y análisis de los ensayos a permeabilidad	80
CAPÍTULO V		84
5.	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CADA UNA DE LAS DOSIFICACIONES	84
5.2	Hormigón permeable de 125 kg/cm ² con 17% de cantidad de vacíos. 86	
5.3	Hormigón permeable de 139 kg/cm ² con 20% de cantidad de vacíos. 87	
5.4	Hormigón permeable de 139 kg/cm ² con 17% de cantidad de vacíos. 88	

5.5	Hormigón permeable de 178 kg/cm ² con 20% de cantidad de vacíos.	89
5.6	Hormigón permeable de 180 kg/cm ² con 17% de cantidad de vacíos.	90
5.7	Hormigón permeable de 200 kg/cm ² con 17% de cantidad de vacíos.	91
CAPÍTULO VI		92
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		92
6.1	Conclusiones.....	92
6.2	Recomendaciones	93

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Determinación de peso volumétrico de agregado grueso.....	98
Anexo 2. Determinación de peso volumétrico de agregado fino.....	99
Anexo 3. Determinación de la gravedad específica y el porcentaje de absorción del agregado grueso.....	100
Anexo 4. Determinación de la gravedad específica y el porcentaje de absorción del agregado fino.....	101
Anexo 5. Determinación de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en el agregado fino.	102
Anexo 6. Determinación del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación.....	103
Anexo 7. Determinación del valor de la degradación del árido grueso de partículas menores a 37,5 mm mediante el uso de la máquina de los Ángeles.....	104
Anexo 8. Determinación de la durabilidad de los agregados ante la acción de sulfatos.	105
Anexo 9. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 180 kg/cm ² y 20% de cantidad de vacíos.....	106
Anexo 10. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 180 kg/cm ² y 17% de cantidad de vacíos.	107
Anexo 11. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 210 kg/cm ² y 20% de cantidad de vacíos.	108
Anexo 12. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 210 kg/cm ² y 17% de cantidad de vacíos.....	109
Anexo 13. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 240 kg/cm ² y 20% de cantidad de vacíos.	110
Anexo 14. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 240 kg/cm ² y 20% de cantidad de vacíos.	111
Anexo 15. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 240 (2) kg/cm ² y 20% de cantidad de vacíos.	112
Anexo 16. Esfuerzo a la compresión, resistencia de diseño 180kg/cm ²	113
Anexo 17. Esfuerzo a la compresión, resistencia de diseño 210 kg/cm ²	114
Anexo 18. Esfuerzo a la compresión, resistencia de diseño 240 kg/cm ²	115

Anexo 19. Esfuerzo a la compresión, resistencia diseño 240 (2) kg/cm ² ...	116
Anexo 20. Ensayo de permeabilidad a las probetas de hormigón permeable, dosificación: HP 180 – 20 CV.	117
Anexo 21. Ensayo de permeabilidad a las probetas de hormigón permeable, dosificación: HP 180 – 17 CV.	118
Anexo 22. Ensayo de permeabilidad a las probetas de hormigón permeable, dosificación: HP 210 – 20 CV.	119
Anexo 23. Ensayo de permeabilidad a las probetas de hormigón permeable, dosificación: HP 210 – 17 CV.	120
Anexo 24. Ensayo de permeabilidad a las probetas de hormigón permeable, dosificación: HP 240 – 20 CV.	121
Anexo 25. Ensayo de permeabilidad a las probetas de hormigón permeable, dosificación: HP 240 – 17 CV.	122
Anexo 26. Ensayo de permeabilidad a las probetas de hormigón permeable, dosificación: HP 240 (2) – 17 CV.	123
Anexo 27. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: HP 180 – 20 CV.	124
Anexo 28. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: HP 180 – 17 CV.	125
Anexo 29. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: HP 210 – 20 CV.	126
Anexo 30. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: HP 210 – 17 CV.	127
Anexo 31. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: HP 240 – 20 CV.	128
Anexo 32. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: HP 240 – 17 CV.	129
Anexo 33. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: HP (2) 240 – 17CV.	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos de clasificación para los agregados gruesos.....	19
Tabla 2. Análisis granulométrico de árido grueso	25
Tabla 3. Análisis granulométrico de árido fino	26
Tabla 4. Determinación del contenido total de humedad del árido grueso ..	28
Tabla 5. Determinación del contenido total de humedad del árido fino.....	28
Tabla 6. Determinación del peso volumétrico suelto del árido grueso	31
Tabla 7. Determinación del peso volumétrico suelto del árido fino	31
Tabla 8. Determinación del peso volumétrico compactado del árido grueso	32
Tabla 9. Determinación de densidades y porcentaje de absorción del árido grueso.....	35
Tabla 10. Determinación de densidades y porcentaje de absorción del árido fino	40
Tabla 11. Determinación del material más fino que pasa el tamiz de 75 µm del árido grueso	42
Tabla 12. Determinación del material más fino que pasa el tamiz de 75 µm del árido fino	43
Tabla 13. Determinación de terrones de arcilla y partículas gruesas.....	44
Tabla 14. Determinación de terrones de arcilla y partículas finas.....	45
Tabla 15. Porcentaje de partículas finas.....	46
Tabla 16. Porcentaje de desgaste	49
Tabla 17. Porcentaje de desgaste de la solidez de los áridos	53
Tabla 18. Datos de los agregados	55
Tabla 19. Resistencia a la compresión promedia	55
Tabla 20. Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcción.	56
Tabla 21. Requisitos aproximados de agua de mezcla y contenido de aire par diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de agregados.	57
Tabla 22. Correspondencia entre la relación agua/ cemento y la resistencia a la compresión del concreto.	58
Tabla 23. Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto .	59
Tabla 24. Volumen de los materiales.....	60

Tabla 25. Suma de pesos adiciones a los materiales	61
Tabla 26. Corrección por humedad y absorción	62
Tabla 27. Volumen de hormigón	62
Tabla 28. Dosificación para 180Kg/cm ² - 20% vacíos	63
Tabla 29. Dosificación para 180Kg/cm ² - 17% vacíos	64
Tabla 30. Dosificación para 210Kg/cm ² - 20% vacíos.....	65
Tabla 31. Dosificación para 210Kg/cm ² - 17% vacíos.....	66
Tabla 32. Dosificación para 240Kg/cm ² - 20% vacíos.....	67
Tabla 33. Dosificación para 240Kg/cm ² - 17% vacíos.....	68
Tabla 34 . Dosificación para 240Kg/cm ² - 17% vacíos.....	69
Tabla 35. Determinación de densidad y porcentaje de vacíos.....	77
Tabla 36. Resultados de asentamiento, densidad y aire incluido de todas las dosificaciones de hormigón	78
Tabla 37. Ensayo de permeabilidad por dosificación.....	80
Tabla 38. Resistencia a la compresión por dosificación	81
Tabla 39. Resistencia a la flexión	83
Tabla 40. Análisis de precio unitario de hormigón permeable de 120 kg/cm ² con 20% de cantidad de vacíos.	85
Tabla 41. Análisis de precio unitario de hormigón permeable de 125 kg/cm ² con 17% de cantidad de vacíos.	86
Tabla 42. Análisis de precio unitario de hormigón permeable de 139 kg/cm ² con 20% de cantidad de vacíos.	87
Tabla 43. Análisis de precio unitario de hormigón permeable de 139 kg/cm ² con 20% de cantidad de vacíos.	88
Tabla 44. Análisis de precio unitario de hormigón permeable de 178 kg/cm ² con 20% de cantidad de vacíos.	89
Tabla 45. Análisis de precio unitario de hormigón permeable de 180 kg/cm ² con 17% de cantidad de vacíos.	90
Tabla 46. Análisis de precio unitario de hormigón permeable de 200 kg/cm ² con 17% de cantidad de vacíos.	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Agregados para el hormigón.....	9
Figura 2. Ciclovía de hormigón permeable.	14
Figura 3. Interpolación	58
Figura 4. Probetas de hormigón con diferentes mezclas a ensayar	70
Figura 5. Asentamiento mediante el cono de Abrahams	71
Figura 6. Curado de probetas de hormigón permeable	71
Figura 7. Rotura de cilindros mediante el uso de la prensa hidráulica.....	72
Figura 8. Diagrama prueba NTE INEN 2554	73
Figura 9. Permeámetro para especímenes de hormigón permeable.	74
Figura 10. Densidades obtenidas por dosificación.....	79
Figura 11. Asentamientos obtenidos por dosificación.....	79
Figura 12. Cantidad de vacíos por dosificación	80
Figura 13. Permeabilidad por dosificación	81
Figura 14. Resistencia a la compresión de las probetas de hormigón permeable.....	82
Figura 15. Módulo de rotura por dosificación.....	83

“DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO MANANTIAL DE GUANGALA QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA”.

Autores: Alejandro Quimí Eder Richard

Merchán Reyes Christian Andrés

Tutor: Ing. Raúl Andrés Villao Vera

RESUMEN

El presente trabajo consiste en el desarrollo del diseño de un hormigón permeable utilizando como agregado grueso “cantos rodados” provenientes del río “Manantial de Guangala”. El diseño de mezcla de hormigón se realizó mediante el método ACI-211.1 distribuyendo el peso del agregado fino en los otros materiales componentes del hormigón, se desarrollaron 7 dosificaciones con variaciones en la resistencia de diseño y la cantidad de vacíos, se evaluaron las características físico-mecánicas en las probetas de hormigón resultantes de cada una de las dosificaciones, determinándose, la permeabilidad y la resistencia a la compresión, como los principales enfoques del estudio. Se realizó también el estudio de los agregados (grueso y fino) bajo las normas de ensayos exigidas por el INEN, procurando, de esta manera, conocer su calidad como agregados empleados para la fabricación del hormigón permeable.

Palabras Claves: Hormigón permeable, método ACI 211.1, dosificación, permeabilidad, resistencia a la compresión, normas (ingeniería).

“DESIGN OF A PERMEABLE CONCRETE THROUGH THE ACI-211.1 METHOD USING CANTOS RODADOS OF THE MANANTIAL DE GUANGALA RIVER THAT IS LOCATED IN THE MANANTIAL DE GUANGALA COMMUNE”.

Authors: Alejandro Quimí Eder Richard

Merchán Reyes Christian Andrés

Tutor: Ing. Raúl Andrés Villao Vera

ABSTRACT

The present work consists in the development of the design of a previous concrete using as a thick aggregate "cantos rodados" from the "Manantial de Guangala" river. The concrete mixing design was carried out using the ACI 211.1 method distributing the weight of the fine aggregate in the other concrete component materials, 7 dosages were developed with variations in the design resistance and the percentage of voids, the physico-mechanical characteristics were evaluated in the concrete specimens resulting from each of the dosages, permeability and compression resistance are determined, as the main study approaches. The study of the aggregates (thick and fine) was also carried out under the standards of tests required by the INEN, trying, in this way, to know their quality as aggregates used for the manufacture of previous concrete.

Keywords: Previous concrete, ACI 211.1 method, dosage, permeability, compression resistance, rules (engineering).

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

El aumento de obras civiles en el mundo, es directamente proporcional al crecimiento demográfico que existe en la actualidad, tanto la construcción de casas, edificios, como la ejecución de obras de vías de acceso (carreteras, calles, etc.) que reducen considerablemente la superficie que tiene el suelo para infiltrar el agua lluvia, lo que ocasiona una disminución del nivel freático de los mantos acuíferos existentes. Ecuador es un país que cuenta con dos estaciones al año (invierno y verano), por ende, nuestros pueblos y ciudades siempre están propensos a lluvias en diferentes intensidades.

El hormigón permeable es un material compuesto por cemento portland, agregado grueso, poco o nada de agregado fino, agua y aditivos, en caso de requerirse. La combinación de los materiales mencionados produce un material endurecido con poros interconectados, que varían en tamaño de 2 a 8 mm, permitiendo con facilidad, el paso del agua a través de su estructura. Se exhibe como su principal característica la permeabilidad, la misma que dependerá del tamaño de agregados, porcentaje de vacíos y la densidad de la mezcla.

Este tipo de hormigón es una solución amigable con el medio ambiente, por lo que es, considerado como un hormigón ecológico. Al utilizarse como pavimento en aplicaciones de bajo tráfico, parqueaderos, canchas o aceras, contribuyendo a las recargas de los mantos acuíferos.

Es de vital importancia que, en nuestro país, se empiecen a desarrollar nuevas investigaciones sobre métodos de diseño de hormigón permeable, puesto que, la tecnología en la construcción avanza, las exigencias

aumentan y, los proyectos futuros proponen mejoras y preservaciones ambientales, que siempre serán visto con buenos ojos.

1.2 Antecedentes

Al investigar la historia de la humanidad, es importante percibir como los grandes cambios en la formación de la construcción han hecho que existan nuevos descubrimientos de materiales estructurales y, cómo el domino del conocimiento acerca de los mismos han marcado el desarrollo de las ciudades con el pasar de los años.

El hormigón permeable se ha utilizado en la construcción de edificios a mediados del siglo XIX, el término “hormigón permeable” se utiliza para describir el material, pero en las referencias históricas se han descrito como *concreto sin finos* o *concreto con diferencia gradual*. Países Europeos han utilizado hormigón permeable en diferentes modos: muros de carga en casas de uno o varias plantas, edificios altos, en paneles prefabricados, y en moldes curados a vapor.

En 1852, el hormigón permeable se utilizó por primera ocasión en la construcción de dos casas en el Reino Unido. Este hormigón consistía en solo un agregado grueso “grava” y cemento.

En la década de 1930, la asociación escocesa de viviendas especiales adaptó el uso del hormigón permeable para la construcción residencial. Para 1942, el hormigón permeable se había utilizado para la construcción de 900 casas (OCHOA E, 2019).

Los siniestros de la Segunda Guerra Mundial desde 1939 hasta 1945 dejan casi a toda Europa con gran necesidad de viviendas, lo que fomentó que se desarrollara nuevos métodos de construcción en edificaciones.

Notablemente entre ellos fue el hormigón permeable ya que usaba menos cemento por unidad de volumen de concreto, en comparación con el concreto tradicional, material que tenía ventaja cuando la mano de obra

era escasa o cara. En cuanto, al sistema de hormigón permeable contribuyó principalmente a la producción de nuevas viviendas en el Reino Unido, Alemania, Holanda, Francia, Bélgica, Escocia, España, Hungría, Venezuela, África Occidental, el Medio Oriente, Australia y Rusia.

Alemania utilizó este método porque la eliminación de grandes cantidades de escombros de ladrillos era un problema después de la guerra, lo que llevó a la investigación sobre las propiedades del hormigón permeable.

Así mismo, en Escocia entre 1945 y 1956, muchas casas fueron construidas con hormigón permeable. Esto se debió principalmente a la presencia de cantidades ilimitados de los agregados duros y la ausencia de buenos ladrillos. Los informes sobre el primer uso del hormigón permeable en Australia datan desde 1946.

Antes de la Segunda Guerra Mundial producción de hormigón permeable se limitaba a casas de dos pisos. Después de 1946, sin embargo, el hormigón permeable se utilizaba para una amplia gama de aplicaciones, por ejemplo, como un elemento de carga para edificios de hasta 10 pisos de altura.

El hormigón permeable era utilizado en Europa y Australia durante los últimos 60 años, su uso como material de construcción en Norte América ha sido extremadamente limitado. Una de las razones de éste uso limitado es que, después de la Segunda Guerra Mundial, Norte América no experimentó la escasez de materiales en la misma medida que en Europa.

En Canadá, el primer uso del hormigón permeable fue en 1960. Utilizado en la construcción de algunas casas en Toronto. También fue usado como material no estructural en un edificio federal en Ottawa.

1.3 Planteamiento del problema

La preservación del agua de lluvia es algo de vital importancia que debe estar sujeta a mejoras en sus sistemas de recolección. El hormigón permeable es una opción viable para realizar este trabajo, recarga los mantos acuíferos, reduce los escurrimientos superficiales y, con ello, el impacto de la erosión que generan los escurrimientos, de esta manera, este tipo de hormigón contribuye al ahorro de los recursos hídricos frente a la escasez de agua.

En nuestra localidad, existen que una serie de fenómenos relacionados con la intensidad de lluvia, entre ellos los siguientes:

La escorrentía se genera en obras viales; el agua no sigue su ciclo natural, haciendo que las obras viales fallen. Desde tiempos remotos se han instalados sistemas de drenaje (canaletas, cunetas, etc.) para contrarrestar este problema, pero estos sistemas esta susceptibles a fallas y no presenta una solución definitiva.

Para manejar esta escorrentía, el agua debe ser evacuada por las obras de drenaje, éstas a su vez generan problemas en los puntos de descarga natural (quebradas y ríos) aumentando las crecidas repentinas del nivel del agua; provocando que las zonas de descargas no sean capaces de drenar el agua, ocasionando inundaciones repentinas en todas las zonas cercanas y zonas bajas.

Si las obras de drenaje no evacuan el agua de las superficies de las aceras, pasos peatonales y estacionamientos puede ocasionar problemas de estancamiento de aguas en las estructuras ya mencionadas; dicho suceso deteriora las obras viales, lo que implica costos de mantenimiento en las estructuras y al mismo tiempo dichos estancamiento en las superficies peatonales también pueden ser fuentes de vectores de enfermedades como el dengue.

Debido a los ítems antes mencionados, es necesario implementar en nuestro país la utilización del hormigón permeable como alternativa de solución para los mismos.

1.4 Justificación

A la fecha, en el Ecuador y en la Provincia de Santa Elena no se ha implementado el uso del hormigón permeable en parques, canchas deportivas, calles, aceras y parqueaderos, mediante esta investigación en torno al tema, se pretende que el uso de este material se incremente en especial en la Península de Santa Elena.

De lo mencionado anteriormente, es evidente que en nuestro país existe un bajo conocimiento acerca del hormigón permeable, es por ello que en el desarrollo del Trabajo de Titulación se expone las aplicaciones y propiedades del hormigón permeable.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

- Elaborar un hormigón permeable mediante el método ACI 211.1 utilizando cantos rodados provenientes del río “Manantial de Guangala”.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analizar las propiedades físicas de los agregados (grueso y fino) extraídos del río “Manantial de Guangala” para la fabricación de un hormigón permeable.
- Elaborar 7 diferentes diseños de mezclas de hormigón permeable utilizando el método ACI 211.1. manteniendo la relación a/c para las resistencias $f'c = 180, 210$ y 240 kg/cm^2 conservando un 5 % de agregado fino y distribuyendo el restante en los demás materiales.
- Determinar la permeabilidad del hormigón permeable de acuerdo al ACI 522 R y la resistencia a la compresión específica a los 7, 14 y 28 días, así como también en la resistencia a la flexión.

- Determinar las propiedades físico-mecánicas (compresión y flexión) e hidráulicas (capacidad de filtración) del hormigón permeable utilizando el agregado pétreo (canto rodado) proveniente del río “Manantial de Guangala”.
- Elaborar un análisis de precios unitarios para la elaboración del hormigón permeables diferentes dosificaciones propuestas en esta investigación.

1.6 Alcance

El desarrollo de la presente investigación pretende establecer un diseño en la dosificación de hormigones permeables, ejecutar prácticas de preparación de la mezcla, para ello es necesario realizar ensayos de laboratorio requeridos para el hormigón permeable identificando en su estado fresco: asentamiento, y, en su estado endurecido: resistencia a la compresión, permeabilidad y resistencia a la flexión, así como también la elaboración de un análisis de precios unitarios representando los costos para cada una de las diferentes dosificaciones.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Materiales empleados en la fabricación de hormigón

El hormigón es un material indispensable en la rama de la construcción, su fabricación se realiza mediante la mezcla de los siguientes materiales: cemento, agregado grueso (piedra), agregado fino (arena) y agua. Se puede adicionar aditivos si se desea modificar o mejorar algunas de sus propiedades.

2.1.1 Cemento

El cemento, considerado como un conglomerante hidráulico, es un material conformado por la mezcla de clinker y yeso, material que es finamente molido y, al tener contacto con el agua, forma una pasta de amasado que fragua y se endurece formando un material aglutinante.

2.1.1.1 Composición química del cemento

El cemento Portland está constituido principalmente por silicatos y aluminatos de calcio, compuestos formados por la asociación química de diferentes óxidos, tales como; el óxido de calcio (Ca O), dióxido de silicio (Si O₂), óxido de aluminio (Al₂ O₃) y el óxido de hierro (Fe₂ O₃).

Son cuatro los compuestos resultantes del proceso de fusión química en el horno, a continuación, se detallará sus nombres, formulas químicas y abreviaciones comunes:

Nombre	Formula Química	Abreviación Común
Silicato tricálcico	3 Ca O · Si O ₂	C ₃ S
Silicato dicálcico	2 Ca O · Si O ₂	C ₂ S
Aluminato tricálcico	3 Ca O · Al ₂ O ₃	C ₃ A
Aluminato dicálcico	4 Ca O · Al ₂ O ₃ · Fe ₂ O ₃	C ₄ AF

2.1.1.2 Clasificación del cemento

Las normativas NTE INEN, con referencia a su equivalente en las normas ASTM, tienen como más destacadas las siguientes clasificaciones para el cemento:

- ❖ Puros (NTE INEN 152/ASTM C150):
 - Tipo I: Uso común.
 - Tipo II: Moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación.
 - Tipo III: Elevada resistencia inicial.
 - Tipo IV: Bajo calor de hidratación.
 - Tipo V: Alta resistencia a la acción de los sulfatos.
 - Tipo IA, IIA, IIIA: Incorporadores de aire.
- ❖ Por Desempeño (NTE INEN 2380/ASTM C1157)
 - Tipo GU: Uso general.
 - Tipo HE: Elevada resistencia inicial.
 - MS: Moderada resistencia a los sulfatos.
 - HS: Alta resistencia a los sulfatos.
 - MH: Moderado calor de hidratación.
 - LH: Bajo calor de hidratación.
- ❖ Compuesto (NTE INEN 490/ASTM C595)
 - IS: Pórtland con escoria de altos hornos.
 - IP: Pórtland puzolánico.
 - P: Pórtland puzolánico (cuando no se requiere resistencias iniciales altas).
 - I (PM): Pórtland puzolánico modificado.
 - I (SM): Pórtland con escoria modificado.

- S: Cemento de escoria.

2.1.2 Agregados en el hormigón

Los agregados (finos y gruesos) ocupan entre el 65 - 75% del volumen del hormigón, y proporcionalmente entre el 75 - 90%, en peso. Los agregados también son responsables de las variaciones en las propiedades que el hormigón desarrolle tanto en su estado fresco, como endurecido.



Figura 1. Agregados para el hormigón
Fuente: C Merchán; E. Alejandro.

2.1.2.1 Agregado grueso

Se denomina agregado grueso a la grava natural o artificial retenida en el tamiz No. 4 (4,75 mm), estas pueden ser: grava de cantera, grava triturada o canto rodado.

2.1.2.2 Agregado fino

El agregado o árido fino, es el material resultante de la desintegración y abrasión natural o artificial de la roca, son partículas de tamaños entre 75 micras y 4,75 mm, estas pueden ser: arena de río, arena de mar o algún material triturado.

2.1.2.3 Efecto de la forma de los agregados en el concreto

Las características de los agregados tienen un efecto significativo en el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido. Las principales características de los agregados que afectan las propiedades del concreto son forma y textura, gradación, absorción, mineralogía,

resistencia y módulo de elasticidad, tamaño máximo, gravedad específica, resistencia al ataque de sulfatos y dureza. En la medida en que se determine la influencia de cada una de estas propiedades en el comportamiento del concreto, será posible realizar diseños de mezclas más económicos.

Para lograr una mezcla de concreto óptima se requieren entre otras condiciones que la compacidad de la mezcla de agregados sea la máxima posible con una trabajabilidad adecuada de forma que se minimice la cantidad de pasta de cemento requerida para la pega de los agregados. Igualmente se requiere que sus componentes satisfagan características que permitan que la mezcla de concreto sea durable y cumpla con los requisitos de trabajabilidad y resistencia establecidos durante el diseño. La estimación de la compacidad de una mezcla granular es un problema fundamental para el manejo y conocimiento del concreto (Andersen y Johansen, 1991), y depende de 3 parámetros fundamentales: tamaño y distribución de los granos, forma de los granos (morfología y textura) y método de compactación de la mezcla de concreto.

A mayor contenido de vacíos el concreto requiere más pasta de cemento. Se ha encontrado que el requerimiento de pasta de cemento se reduce alrededor de 4% a 5% cuando se utiliza agregado irregular en vez de agregado alargado y aplanado (Hudson, 1998). Así mismo, como la forma de las partículas afecta la compacidad de la mezcla de agregado, esta tiene una alta incidencia en la demanda de pasta de cemento y por lo tanto en los costos del concreto, y afecta también la trabajabilidad y las propiedades mecánicas concreto. La forma y textura de los agregados afectan la masa unitaria compacta y por lo tanto juegan un papel importante en el desempeño del mortero y del concreto en estado fresco y puede afectar indirectamente su resistencia al afectar la colocación y compactación del concreto.

2.1.2.4 Efecto de la forma de los agregados en las propiedades del concreto fresco

La forma de las partículas afecta la trabajabilidad y colocación del concreto en estado fresco. El requerimiento de pasta de cemento de la mezcla de concreto está asociado a la superficie específica de los agregados. Las partículas con una superficie específica menor como las de forma cúbica o redondeada requieren menos pasta de cemento para alcanzar la misma trabajabilidad que una mezcla de concreto producida con agregados de mayor superficie específica como aquellos que contienen partículas elongadas y aplanadas (Shilstone, 1999). Adicionalmente, las partículas aplanadas, alargadas, angulares y rugosas al acomodarse tienen un alto contenido de vacíos, que hacen que la mezcla requiera de más arena para proporcionar un concreto manejable. Cuando esto sucede, la finura de la mezcla de agregados es mayor, es decir que tiene una superficie específica mayor, y por ende el requerimiento de pasta incrementa (Legg, 1998). Además de tener un efecto directo sobre la trabajabilidad de la mezcla, las partículas aplanadas, alargadas, angulares y rugosas producen mezclas que dificultan el acabado superficial del concreto, así como su compactación. Aunque la textura superficial afecta la trabajabilidad, su influencia no es tan representativa como la que tiene la gradación y la forma de los agregados (Galloway, 1994). La demanda de agua en una mezcla de concreto también está influenciada por la forma y textura de los agregados. Una demanda mayor de agua para obtener una trabajabilidad dada, reduce la resistencia y aumenta la exudación del concreto.

2.1.2.5 Efecto de la forma de los agregados en las propiedades del concreto endurecido

La forma y la textura de los agregados además de afectar significativamente la trabajabilidad del concreto en estado fresco, tienen un efecto en la resistencia y la durabilidad de concreto endurecido. La textura afecta la adherencia entre las partículas gruesas y la matriz de

mortero reflejándose en la variación de la resistencia. Las partículas rugosas tienden a generar mayores resistencias que las partículas lisas (Kaplan, 1959), especialmente la resistencia a la flexión (Galloway, 1994). Sin embargo, las partículas rugosas incrementan la demanda de agua para una trabajabilidad dada reduciendo de esta forma la resistencia y la durabilidad.

La durabilidad está asociada a un contenido bajo de agua, por esta razón los agregados angulares, aplanados y alargados afectan negativamente la durabilidad del concreto ya que incrementan la demanda de agua. En el caso de concretos usados en pavimentos, las partículas aplanadas ubicadas cerca de la superficie impiden la exudación de agua del mortero ubicado bajo la partícula, causando deterioro de la superficie y por lo tanto disminución de la durabilidad del mismo (Kosmatka, 1994).

Alexander (1996) estableció que la forma y la textura de los agregados tienen un efecto directo en la resistencia influenciando las concentraciones de esfuerzo en el material compuesto y el grado de microfisuras y fisuras antes y después de la falla. Mehta y Monteiro (1993) encontraron además que la forma y la textura de los agregados afectan la forma de la curva esfuerzo -deformación del concreto ya que la morfología de los agregados influencia la generación de microfisuras en la zona de transición. La influencia de la forma de los agregados en la resistencia del concreto es controversial. A pesar de que se ha observado que concretos fabricados con agregados con diferentes formas y un contenido de cemento dado pueden alcanzar niveles de resistencia similares, algunos autores aseguran que los concretos producidos con agregados de forma redondeada y cúbica tienden a producir mayores resistencias que agregados alargados y aplanados (Shilstone, 1990).

Por lo expuesto anteriormente, existen diferentes especificaciones que limitan el contenido de partículas alargadas o aplanadas en agregados usados en la producción de concreto.

2.1.3 Agua

Es el componente que aporta a la hidratación del cemento, produciendo la pasta de material aglutinante que se mantendrá unida a los áridos formando el hormigón en estado fresco y próximo a endurecerse.

El agua empleada en la mezcla debe de estar libre de contaminación y de sustancias perjudiciales, tales como: ácidos, álcalis, sales materiales orgánicas, aceites u otras sustancias.

2.2 Hormigón permeable

Hormigón de tipo especial, también llamado hormigón poroso, elaborado con cemento, agua, agregado grueso y poco o nada agregado fino. La ausencia de finos es la que permite que se desarrolle su principal característica, que es la permeabilidad.

2.2.1 Usos y aplicaciones

Contribuye a una gran variedad de usos, entre las cuales resaltan:

- Pavimentos de hormigón permeable para una baja carga de tráfico: muy seguro, ideal para evitar la escorrentía superficial que suelen ser ocasionadas por lluvias de grandes intensidades.
- Ciclovías: Mejor superficie de contacto entre las llantas de la bicicleta y la ciclovía.
- Áreas de parqueaderos: zona utilizada tanto para conductores como para peatones, ideal para evitar el empozamiento.
- Aceras: aplicación muy práctica ante una carga soportada.
- Canchas de uso múltiple: Evita el empozamiento de agua.
- Pisos de invernaderos: Este material evitará que el agua que reciben las plantas que se empoce en el piso del invernadero, y será de gran ayuda en el caso de una fuga o falla en las tuberías. (American Concrete Institute Committee 522, 2010, pág. 5).

- Base para vías: Se puede utilizar hormigón permeable como una base sobre la cual se construirán calles, vías, autopistas o incluso, con una mayor investigación, aeropuertos. La idea es brindar una base resistente y permeable. (American Concrete Institute Committee 522, 2010, pág. 5).



Figura 2. Ciclovía de hormigón permeable.

Fuente: *Tecnología del concreto permeable en la construcción*, pág. 30.

2.2.2 Ventajas y desventajas

2.2.2.1 Ventajas

- Recarga de las aguas subterráneas: su permeabilidad evita que el ciclo del agua se interrumpa. Los mantos acuíferos se pueden recargar y no desaparecen (Hormigón Express (s.f.), 2105).
- Absorción de calor: los espacios vacíos del hormigón permiten que el calor se disipe en ellos evitando así el efecto invernadero. Un claro ejemplo se da en las vías, estas no estarán tan calientes como sucede lo estarían al usar hormigón convencional o asfalto (Hormigón Express (s.f.), 2105).
- Reducción de espacios de agua empozada: el agua empozada es el principal enemigo de los vehículos por la cantidad de accidentes que ocasiona y también de los peatones, ya que estos no se salvan de sufrir caídas, especialmente si están practicando algún deporte o corriendo en una cancha construida con hormigón (Hormigón Express (s.f.), 2105).

- Decremento de las posibilidades de inundación: la permeabilidad del hormigón permite al agua ser desalojada evitando o disminuyendo en un gran porcentaje las posibilidades de inundaciones (Hormigón Express (s.f.), 2105)

2.2.2.2 Desventajas

- Baja resistencia: mientras mayor sea la permeabilidad del hormigón, mayor será la porosidad y por ende la cantidad de vacíos en él. Mientras mayor cantidad de vacíos exista, menor será la resistencia que el hormigón pueda alcanzar. (American Concrete Institute Committee 522, 2010).
- Tiempo de curado prolongado: los primeros días de curado son muy importantes y se recomienda alargarlo durante mínimo 7 días (American Concrete Institute Committee 522, 2010).
- Mayor frecuencia de mantenimiento: es necesario realizar mantenimiento periódico especialmente en pavimentos o losas de hormigón permeable para evitar que los vacíos se tapen y la permeabilidad del mismo se pierda (Aoki Y, 2009).

2.2.3 Propiedades

Las diversas propiedades de resistencia del concreto permeable dependen de los contenidos de cemento, de la relación agua - cemento (a/c), del nivel de compactación, la graduación y calidad del agregado.

2.2.3.1 Propiedades en estado fresco

a) Trabajabilidad

Es la propiedad que permite un manejo fácil del transporte, colocado y compactado del hormigón sin producir segregación.

b) Asentamiento

En general, es cero; sin embargo, se han usado valores en el rango de 20 a 50 mm. La prueba del revenimiento – que se puede realizar de acuerdo con la ASTM C143– no es una prueba que se considera para

fines de control de calidad, como en el caso del concreto convencional, sólo se considera como un valor de referencia, debido principalmente a que la mezcla es demasiado rígida y la medición del revenimiento en la mayoría de casos no es aplicable (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., 2010).

c) Densidad o peso unitario

La densidad del hormigón recién mezclado se define como la masa por unidad de volumen, “en un hormigón permeable su densidad está en el orden del 70% del concreto convencional, en donde su densidad depende del porcentaje de vacíos el cual varía de 1600 a 2000 kg/m³” (LOPEZ P.E., 2010).

2.2.3.2 Propiedades en estado endurecido

a) Porosidad

La porosidad es una medida de los espacios vacíos entre los agregados. La condición para que un concreto sea permeable es su porosidad sea mayor al 15% (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., 2010).

b) Permeabilidad

La permeabilidad al igual que la porosidad depende de las propiedades de los materiales, la proporción de la mezcla y de los métodos de colocación y compactación. Una excesiva compactación reducirá la permeabilidad al sellar los poros necesarios para la filtración del agua. El hormigón permeable tiene un rango de 0,14 – 1,44 cm/s de permeabilidad. (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., 2010).

c) Durabilidad

Es la capacidad que tiene el hormigón para resistir la acción de la intemperie, es decir, lluvia, humedad o cambios de temperatura, procurando que, sus propiedades mecánicas no se vean afectadas.

d) Absorción acústica

Es la capacidad que tienen ciertos materiales para absorber el sonido cuando la superficie del mismo es golpeada, en donde la cantidad de sonido que absorba va a depender del tipo de material debido a que algunos materiales lo reflejan. El hormigón permeable es considerado como un tipo de concreto altamente eficaz a la absorción acústica debido a la presencia de un gran volumen de poros interconectados de tamaños considerables en su estructura. “Este tipo de hormigón puede ser empleado para reducir el ruido generado por la interacción neumático-pavimento en pavimentos de hormigón.” (American Concrete Institute Committee 522, 2010).

CAPÍTULO III

3. ESTUDIO EXPERIEMENTAL

3.1 Descripción general

En el presente capítulo se exponen las características de los materiales utilizados, en el caso de los agregados, se describe el procedimiento de cada normativa utilizada en los ensayos exigidos para comprobar su calidad, seguidos, se desarrolla una metodología propia para el diseño de mezcla de un hormigón permeable basándonos en el método ACI 211.1 para cada una de las dosificaciones elaboradas, también se detalla el proceso de fabricación de las probetas de hormigón permeable ejecutados en los ensayos que se realizaron en estado fresco y endurecido.

3.2 Materiales utilizados para la fabricación del hormigón permeable

3.2.1 Agregado grueso

Para el desarrollo de este trabajo se escogió como agregado grueso “cantos rodados” provenientes del Río “Manantial de Guangala”. Su tamaño máximo nominal fue de $\frac{3}{4}$ ". El material se ensayó de acuerdo a las normas NTE INEN conforme a los requerimientos a cumplir.

Las gradaciones de uso general del agregado grueso para concreto poroso está comprendido en los siguientes husos granulométricos:

N°67 (3/4" a N°4), N°7 (1/2" a N°16), N°8 (3/8" a N°8) y N°89 (3/8" a N°16). (Previous Pavement Organization).

Mediante la granulometría se determinó que el material cumple con las especificaciones del huso #67 (ver tabla 1), siendo un material óptimo para la elaboración de hormigón permeable.

Tabla 1. Requisitos de clasificación para los agregados gruesos.

N° de tamaño	Tamaño nominal	100 mm (4")	90mm (3 ½")	75mm (3")	63mm (2 ½")	50mm (2")	37,5 mm (1 ½")	25mm (1")	19mm (¾")	12,5mm (1/2")	9,5mm (N°3/8")	4,75mm (N°4)	2,36mm (N°8)	1,18mm (N°8)	300µm (N° 50)
56	25,0 a 9,5mm(1" a 3/8")	--	--	--	--	--	100	90 a 100	40 a 95	10 a 40	0 a 15	0 a 5	--	--	--
57	25,0 a 4,75mm (1" a N°4)						100	95 a 100	--	25 a 60	--	0 a 10	0 a 5	--	--
6	19 a 9,5mm(¾" a 3/8")	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	--	--	--

Fuente: Norma ASTM C33.

3.2.2 Agregado fino

Debido que el hormigón permeable lleva en su mezcla poco o nada de agregado fino, se decidió aprovechar como agregado la arena del Río "Manantial de Guangala", material que llevará un proceso de comprobación de calidad de acuerdo a los ensayos requeridos por las normas INEN.

3.2.3 Cemento

El cemento utilizado fue el cemento Holcim Fuerte Tipo GU (uso general). Contando como principales características su resistencia, durabilidad y destacado desempeño que cumple y excede los estándares de la norma NTE INEN 2380. (Holcim, 2015).

3.2.4 Agua

El agua utilizada en la mezcla de hormigón fue potable y cumplió con las disposiciones de la norma ASTM C 1602, se trabajó con el agua potable suministrada al Laboratorio de Hormigones y Suelos de la UPSE, proveniente de la empresa AGUAPEN E.P.

3.3 Ensayos realizados para determinar la calidad de los agregados en el hormigón

Los ensayos que se realizaron a los agregados fueron:

- Análisis granulométrico, NTE INEN 696.
- Determinación de contenido total de humedad, NTE INEN 862.
- Determinación de la masa unitaria suelta, NTE INEN 858.
- Determinación de la masa unitaria compactada, NTE INEN 858.
- Determinación de la densidad y absorción del árido grueso, NTE INEN 857 y árido fino, NTE INEN 856.
- Determinación del material más fino que pasa el tamiz con abertura de 75µm (No. 200), mediante lavado, NTE INEN 697 (sin agente dispersante).
- Determinación de terrones de arcilla y partículas, NTE INEN 698
- Determinación del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación, NTE INEN 864.
- Determinación del valor de la degradación del árido grueso de partículas menores a 37,5 mm mediante el uso de la máquina de los ángeles, NTE INEN 860.
- Determinación de la solidez de los áridos mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, NTE INEN 863.

3.3.1 Análisis granulométrico - NTE INEN 696

Según NTE INENE 969 nos indica: (NTE INEN 696, 2011).

Este método de ensayo se utiliza principalmente para determinar la graduación de materiales con el propósito de utilizarlos como áridos para hormigón o utilizarlos como áridos para otros propósitos. Los resultados se utilizan para determinar el cumplimiento de la distribución granulométrica de las partículas con los requisitos de las especificaciones

aplicables y proporcionar la información necesaria para el control de la producción de diversos productos de áridos y mezclas que contengan áridos.

Equipos

- **Balanzas.-** Las balanzas utilizadas en el ensayo del árido fino y grueso deben tener una legibilidad y exactitud como la que se indica a continuación:
 - Para árido fino, debe ser legible hasta 0,1 g y tener una precisión de 0,1 g o del 0,1% de la carga de ensayo, el que sea mayor, en cualquier punto, dentro del rango de uso.
 - Para árido grueso o mezclas de áridos fino y grueso, debe ser legible y tener una precisión de 0,5 g o 0,1% de la carga de ensayo, el que sea mayor, en cualquier punto dentro del rango de uso.
- **Tamices.-** La tela del tamiz debe ser montada sobre marcos cuya construcción evite pérdidas de material durante el tamizado. La tela y los marcos del tamiz normalizado deben cumplir con los requisitos de la NTE INEN 154. Los marcos de tamiz no normalizados deben cumplir con los requisitos de la NTE INEN 154 que sean aplicables.
- **Agitador de tamices mecánico.-** Un dispositivo de tamizado mecánico, si se utiliza, debe crear un movimiento en los tamices que produzca que las partículas reboten y caigan, u otro tipo de movimiento que presente diferente orientación a la superficie de tamizado.
- **Horno.-** Un horno de tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura uniforme de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Procedimiento

1. Secar la muestra hasta masa constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Seleccionar los tamices necesarios y adecuados que cubran los tamaños de las partículas del material a ensayarse, con el propósito de obtener la información requerida en las especificaciones. Utilizar tantos tamices adicionales como se desee o como sean necesarios para proporcionar información adicional, tal como el módulo de finura o para regular la cantidad de material sobre un tamiz. Ordenar los tamices en forma decreciente según el tamaño de su abertura, de arriba a abajo y colocar la muestra en el tamiz superior.
3. Agitar los tamices manualmente o por medio de aparatos mecánicos durante un período suficiente, ya sea establecido por el ensayo o también controlado por medio de la masa de la muestra de ensayo, de tal forma que cumpla con el criterio de conformidad o de tamizado.
4. Limitar la cantidad de material sobre un determinado tamiz de manera que todas las partículas tengan oportunidad de llegar a las aberturas del tamiz algunas veces durante la operación de tamizado.
5. Para tamices con aberturas más pequeñas que 4,75 mm (No. 4), la cantidad que se retiene sobre cualquier tamiz al finalizar la operación de tamizado no debe exceder 7 kg/m^2 en la superficie de tamizado (ver nota 5). Para tamices con aberturas de 4,75 mm (No. 4) y más grandes, la cantidad retenida en kg no debe exceder del producto de $2,5 \times$ (la abertura del tamiz, en mm y \times (el área efectiva de tamizado, en m^2).
6. Esta cantidad se muestra en la tabla 2, para cinco diferentes dimensiones del marco de tamiz entre circulares, cuadrados y

rectangulares, los que son de mayor uso. En ningún caso la cantidad retenida debe ser tan grande como para causar una deformación permanente de la tela de tamiz.

7. Evitar una sobrecarga de material sobre un tamiz individual, mediante alguno de los siguientes métodos:
 - a) Insertar un tamiz adicional con un tamaño intermedio de abertura entre el tamiz que puede estar sobrecargado y el tamiz inmediatamente superior al tamiz en el conjunto original de tamices.
 - b) Dividir la muestra en dos o más porciones, tamizando cada porción individualmente. Combinar las masas de las varias porciones retenidas sobre un tamiz específico antes de calcular el porcentaje de la muestra en el tamiz.
 - c) Utilizar tamices con un tamaño de marco más grande y que proporcione un área mayor de tamizado.
8. Continuar tamizando por un período suficiente de forma tal que, después de la finalización, no más del 1% en masa del material retenido en cualquier tamiz individual pase el tamiz durante 1 min de tamizado manual continuo realizado de la siguiente manera: sostener el tamiz individual, provisto con una bandeja inferior y una tapa, en una posición ligeramente inclinada en una mano.
9. Golpear un lado del tamiz fuertemente y con un movimiento hacia arriba contra la base de la otra mano, a razón de aproximadamente 150 veces por minuto, girar el tamiz, aproximadamente una sexta parte de una revolución, en intervalos de alrededor de 25 golpes.
10. En la determinación de la efectividad del tamizado para tamaños mayores que el tamiz de 4,75 mm (No. 4), limitar el material sobre el tamiz a una sola capa de partículas. Si el tamaño de los tamices de ensayo montados hace que el movimiento descrito de tamizado

no sea práctico, utilizar tamices con diámetro de 203 mm para verificar la efectividad del tamizado.

11. Evitar la sobrecarga de los tamices individuales para el caso de mezclas de áridos grueso y fino.
12. A menos que se utilice un agitador de tamices mecánicos, tamizar a mano las partículas mayores de 75 mm mediante la determinación de la abertura más pequeña de tamiz por la cual puede pasar cada partícula. Iniciar el ensayo con el tamiz más pequeño a ser utilizado. Girar las partículas, si es necesario, a fin de determinar si van a pasar a través de una abertura particular, sin embargo, no se debe forzar a las partículas para pasar a través de una abertura.
13. Determinar las masas de cada incremento de tamaño en una balanza que cumpla con los requisitos especificados, con una precisión de 0,1% de la masa total de la muestra seca original. La masa total del material después del tamizado debe ser similar a la masa original de la muestra colocada sobre los tamices. Si las cantidades difieren en más del 0,3%, respecto a la masa de la muestra seca original, los resultados no deben ser utilizados con fines de aceptación.
14. Si se ha ensayado previamente la muestra por el método de ensayo de la NTE INEN 697, agregar la masa más fina que el tamiz de 75 μm (No. 200) determinado por ese método de ensayo, a la masa que pasa por el tamiz de 75 μm (No. 200) en el tamizado en seco de la misma muestra por este método de ensayo.

Resultados

El material cumple para el huso #67, tamaño máximo nominal $\frac{3}{4}$ " (19 mm).

TAMICES		PESO PARCIAL(gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
N°	mm				LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR
1 1/2"	38,10	0	0	100,00	100	100
1"	25,00	0	0	100,00	100	100
3/4"	19,00	350	3,50	96,50	100	90
1/2"	12,50	565	5,65	90,85	90	55
3/8"	9,50	5159	51,62	39,23	55	20
N°4	4,75	2928	29,29	9,93	10	0
N°8	2,36	695	6,95	2,98	5	0
N°16	1,16	219	2,19	0,79	0	0
Fondo	0,00	79	0,79	0,00	0	0
TOTAL		9995,00				

Tabla 2. Análisis granulométrico de árido grueso
Fuente: C Merchán; E. Alejandro.

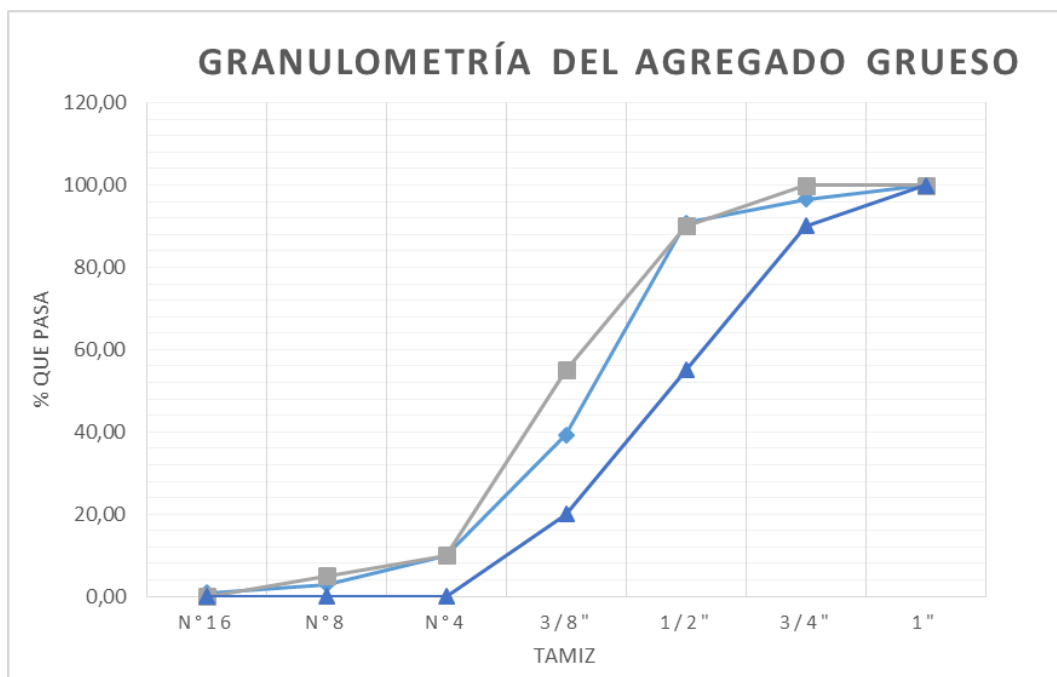


Figura 1. Curva granulométrica de arados gruesos
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

TAMICES		PESO PARCIAL(gr)	% RETENIDO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
N°	mm				LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR
3/8"	9,50	0	0,00	100	100	100
1/2"	12,5	25	2,50	97,50	100	95
N°4	4,75	171	17,12	80,38	100	80
N°16	1,16	254	25,43	54,95	85	50
N°30	0,6	190	19,02	35,94	60	25
N°50	0,3	221	22,12	13,81	30	10
N°100	0,15	102	10,21	3,60	10	2
Fondo	0,00	36	3,60	0,00	0	0
TOTAL		999				

Tabla 3. Análisis granulométrico de árido fino
Fuente: C Merchán; E. Alejandro.

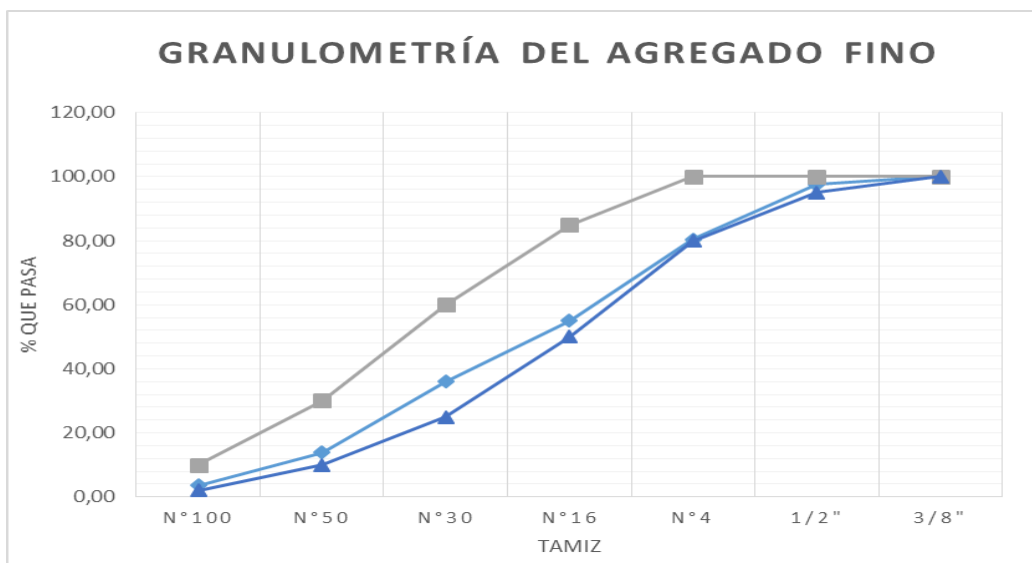


Figura 2. Curva granulométrica de arados fino
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.3.2 Determinación de contenido total de humedad - NTE INEN 862

Según nos indica: (NTE INEN 862, 2011).

Este método de ensayo sirve para determinar el porcentaje de humedad evaporable por secado en una muestra de áridos, tanto el correspondiente a la humedad superficial, como la humedad contenida en los poros del árido.

Equipos

Balanza. - Una balanza precisa, legible y con sensibilidad de 0,1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso. Dentro de un intervalo igual al 10% de la capacidad de la balanza que se utiliza para determinar la masa, la indicación de carga debe tener una precisión de 0,1% de la diferencia entre las masas.

- Fuente de calor.- Un horno ventilado capaz de mantener la temperatura, alrededor de la muestra, a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cuando no es necesario un control estricto de la temperatura, se pueden utilizar otras fuentes adecuadas de calor como: planchas calientes, eléctricas o a gas; lámparas eléctricas de calor o un horno de microondas ventilado.
- Recipiente para la muestra.- Un recipiente de material que no le afecte el calor, de volumen suficiente para contener la muestra sin peligro de derrame y con una forma tal que la profundidad de la muestra no exceda en un quinto la dimensión lateral menor.
- Agitador.- Una cuchara o espátula de metal de tamaño conveniente.

Procedimiento

1. Determinar la masa de la muestra con una aproximación de 0,1%.
2. Secar la muestra completamente en el recipiente por medio de la fuente de calor seleccionada, cuidando no perder partículas. Un calentamiento muy rápido puede causar que algunas partículas exploten, resultando en una pérdida de las mismas. Usar un horno de temperatura controlada, cuando el calor excesivo pueda alterar las propiedades del árido o cuando se requiera una medición más precisa. Si se utiliza una fuente de calor diferente al horno de temperatura controlada, agitar la muestra durante el secado para acelerar la operación y evitar el sobrecalentamiento localizado.

3. Cuando se usa una plancha caliente, el secado puede ser acelerado con el siguiente procedimiento: añadir suficiente alcohol anhidro desnaturalizado, para cubrir la muestra húmeda. Agitar y luego permitir que el material en suspensión se asiente. Decantar la mayor cantidad de alcohol posible, sin perder ninguna partícula de la muestra. Encender el resto de alcohol y dejar que se queme durante el secado sobre la plancha caliente.
4. La muestra está completamente seca cuando un mayor tiempo de calor ocasiona, o puede ocasionar, una pérdida adicional de la masa menor al 0,1%.
5. Determinar la masa de la muestra seca, con una aproximación de 0,1%, luego de que se haya enfriado lo suficiente como para no dañar la balanza.

Resultados

ÁRIDO GRUESO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
B: Masa de la muestra humedad (g).	3000	3000
C: Masa de la muestra seca al horno (g).	2799	2793
A: Humedad total (%).	7,18	7,41
A= 7,30 %	Humedad total	A= (B-C)/B*100

Tabla 4. Determinación del contenido total de humedad del árido grueso
Fuente: C Merchán; E. Alejandro.

ÁRIDO FINO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
B: Masa de la muestra humedad (g).	300	300
C: Masa de la muestra seca al horno (g).	276.5	281
A: Humedad total (%).	8,50	6,76
A= 7,62 %	Humedad total	A= (B-C)/B*100

Tabla 5. Determinación del contenido total de humedad del árido fino
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.3.3 Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) - NTE INEN 858

Según nos indica: (NTE INEN 858, 2011).

Este método es frecuentemente utilizado para determinar la masa unitaria (peso volumétrico) del árido, en condición compactada o suelta y calcular los vacíos entre las partículas en los áridos: fino, grueso o en una mezcla de ellos, basándose en la misma determinación.

Equipos

- Balanza.- Que tenga una precisión de 0,1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso, con graduaciones de al menos 0,05 kg. Se debe considerar que el rango de uso se extiende desde la masa del molde vacío, hasta la masa del molde más su contenido el cual se considera que tiene una masa unitaria de 1.920 kg/m³.
- Varilla de compactación. - Debe ser una varilla recta, lisa, de acero, de 16 mm de diámetro y aproximadamente 600 mm de longitud, teniendo el extremo de compactación o los dos extremos redondeados con punta semiesférica, cuyo diámetro es de 16 mm.
- Molde.- Recipiente cilíndrico de metal, preferiblemente provisto de asas. Impermeable, con la parte superior y el fondo, rectos y uniformes. Suficientemente rígido para mantener su forma bajo condiciones agresivas de uso. El molde debe tener una altura aproximadamente igual a su diámetro, pero en ningún caso la altura debe ser menor al 80% ni superior al 150% del diámetro.
- Pala o cucharón.- De tamaño conveniente para llenar el molde con el árido.
- Equipo de calibración: Además de la balanza.

- Placa de vidrio. - De al menos 6 mm de espesor y por lo menos 25 mm mayor que el diámetro del molde a ser calibrado.
- Grasa. - Un suministro de grasa liviana automotriz o similar.
- Termómetro. - Con un rango de al menos entre 10 °C y 32 °C y que permita una lectura de por lo menos 0,5 °C.

Preparación de la muestra

El tamaño de la muestra debe ser de aproximadamente 125% a 200% respecto de la cantidad necesaria para llenar el molde y debe ser manejada de tal manera que se evite la segregación. Secar la muestra hasta obtener masa constante, de preferencia en un horno a 110 °C ± 5 °C.

3.3.1 Procedimiento para masa unitaria suelta

1. Llenar el molde a rebosar por medio de una pala o cucharón, descargar el árido desde una altura no superior a 50 mm por encima de la parte superior del molde. Tener cuidado para prevenir, tanto como sea posible, la segregación de las partículas que componen la muestra. Nivelar la superficie del árido con los dedos o con una regleta, de tal manera que cualquier ligera proyección de las partículas grandes del árido grueso, equilibren aproximadamente los vacíos mayores en la superficie, por debajo de la parte superior del molde.
2. Determinar la masa del molde y la masa del molde con su contenido. Registrar los valores con una aproximación de 0,05 kg.

Resultados

ÁRIDO GRUESO	MUESTRA 1	MUESTRA2	MUESTRA3	MUESTRA4
B: Volumen del recipiente (m ³)	0,009736876	0,009736876	0.009736876	0.009736876
A: Masa suelta de material contenido en B (kg)	12,64	12,88	12,92	19,54
Ms: Masa unitaria (densidad aparente) suelta (kg/m ³)	1298,16	1322,81	1326,91	1287,89
Ms = 1308,94 kg/m ³	Masa unitaria suelta (densidad aparente)			Ms = A/B

Tabla 6. Determinación del peso volumétrico suelto del árido grueso
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

ÁRIDO FINO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
B: Volumen del recipiente (m ³)	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
A: Masa suelta de material contenido en B (kg)	3,70	3,70	3,70	3,72
Ms: Masa unitaria (densidad aparente) suelta (kg/m ³)	1321,43	1321,43	1321,43	1328,57
Ms = 1323,21 kg/m ³	Masa unitaria suelta (densidad aparente)			Ms = A/B

Tabla 7. Determinación del peso volumétrico suelto del árido fino
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.3.2 Procedimiento para masa unitaria compactada

1. Llenar la tercera parte del molde y nivelar la superficie con los dedos. Compactar la capa de áridos, con 25 golpes de la varilla de compactación distribuidos uniformemente sobre la superficie. Llenar los dos tercios del molde, nuevamente nivelar y compactar de la forma indicada anteriormente.

2. Por último, llenar el molde a rebosar y compactar nuevamente en la misma forma mencionada anteriormente. Nivelar la superficie del árido con los dedos o una regleta, de tal manera que cualquier ligera proyección de las partículas grandes del árido grueso, equilibren aproximadamente los vacíos mayores en la superficie, por debajo de la parte superior del molde.
3. En la compactación de la primera capa, no se debe permitir que la varilla golpee fuertemente el fondo del molde. La compactación de la segunda y tercera capas debe ser vigorosa evitando que la varilla de compactación penetre la capa anterior del árido.
4. Determinar la masa del molde y la masa del molde con su contenido. Registrar los valores con una aproximación de 0,05 kg.

Resultados

ÁRIDO GRUESO	MUESTRA 1	MUESTRA2	MUESTRA3	MUESTRA4
B: Volumen del recipiente (m3).	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876
A: Masa suelta de material contenido en B (kg).	13,43	13,04	13,13	13,15
Mc: Masa unitaria (densidad aparente) suelta (kg/m3).	1370,05	1339,24	1348,48	1350,54
Mc = 1352,08 kg/m3	Masa unitaria suelta (densidad aparente)			Mc = A/B

Tabla 8. Determinación del peso volumétrico compactado del árido grueso

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.3.4 Determinación de la densidad y absorción de los áridos

3.3.4.1 Árido grueso - NTE INEN 857

Según nos indica: (NTE INEN 857, 2011)

Este método de ensayo se aplica para la determinación de la densidad promedio en una muestra de árido grueso (sin incluir el volumen de vacíos entre partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del árido.

Equipos

- Balanza. - Equipo para determinar masa, que sea sensible y legible, con una aproximación de 0,05% de la masa de la muestra en cualquier punto dentro del rango de uso para este ensayo, o 0,5 g, la que sea mayor. La balanza debe estar equipada con un dispositivo apropiado para suspender el recipiente para la muestra en agua, desde el centro de la plataforma o recipiente de la balanza.
- Recipiente para la muestra: Canasta de alambre con una abertura de 3,35 mm (No.6) o de malla más fina o un cubo de ancho y altura aproximadamente iguales, con una capacidad de 4 litros a 7 litros, para un árido con tamaño máximo nominal de 37,5 mm o menor, o una canasta más grande, según sea necesario, para el ensayo de áridos de mayor tamaño máximo. El recipiente debe ser construido de tal forma que evite retener aire cuando esté sumergido.
- Tanque de agua. - Tanque hermético, dentro del cual se coloca el recipiente para la muestra mientras se suspende bajo la balanza.
- Tamices. - Tamiz de 4,75 mm (No. 4) o de otros tamaños según sean necesarios, que cumplan con los requisitos de la NTE INEN 154.
- Horno. - De tamaño suficiente, capaz de mantener una temperatura uniforme de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Procedimiento

1. Secar la muestra en el horno a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, hasta conseguir una masa constante. Enfriar la muestra al aire, a temperatura ambiente, entre 1 hora a 3 horas, para muestras de ensayo de tamaño máximo nominal de hasta 37,5 mm o por más tiempo para tamaños más grandes, hasta que el árido se haya enfriado a una temperatura que sea confortable para su manipulación (aproximadamente $50\text{ }^{\circ}\text{C}$); seguidamente sumergir el árido en agua a temperatura ambiente por un período de $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$.
2. Cuando se utilizan los valores de absorción y densidad relativa (gravedad específica) en la dosificación de mezclas de hormigón, en las que el árido estará en condición de humedad natural; el requisito del numeral 1. Sobre el secado inicial es opcional y si la superficie de las partículas de la muestra ha sido conservada húmeda continuamente hasta el ensayo, el requisito del numeral 1. Sobre la inmersión por $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$, también es opcional.
3. Retirar la muestra de ensayo del agua, colocarla sobre un paño absorbente y con el mismo frotarla hasta que sea eliminada toda lámina visible de agua. Secar las partículas grandes individualmente. Se puede utilizar una corriente de aire para ayudar a la operación de secado. Evitar la evaporación de agua desde los poros del árido durante la operación de secado superficial. Determinar la masa de la muestra de ensayo en condición saturada superficialmente seca, registrar esta y todas las masas subsecuentes con una aproximación de 0,5 g o 0,05% de la masa de la muestra, la que sea mayor.
4. Después de determinar la masa en aire, inmediatamente colocar la muestra de ensayo saturada superficialmente seca en el recipiente para la muestra y determinar su masa aparente en agua a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm$

2 °C. Remover todo el aire atrapado antes de determinar la masa mediante la agitación del recipiente mientras se lo sumerge.

5. Secar la muestra en el horno a una temperatura de 110 °C ± 5 °C, hasta conseguir una masa constante. Enfriar la muestra al aire, a temperatura ambiente, entre 1 hora a 3 horas o hasta que el árido se haya enfriado a una temperatura que sea confortable para el manejo (aproximadamente 50 °C) y determinar su masa.

Resultados

Árido Grueso	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A: Peso en aire del agregado secado al horno (g)	2803	2785	2794
B: Peso aire del agregado sss (g).	3000	3000	3000
C: Peso al aire sss sumergido en agua (g).	1830	1799	1808
$G_{sb} =$	2,353	$G_{sb} = A/(B-C)$	
$G_{sssb} =$	2,526	$G_{sssb} = B/(B-C)$	
$G_{sa} =$	2,846	$G_{sa} = A/(A-C)$	
$\%Abs =$	7,374	$\%Abs = (B-A)/A \times 100$	

Tabla 9. Determinación de densidades y porcentaje de absorción del árido grueso
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.3.4.2 Árido Fino - NTE INEN 856

Según nos indica: (NTE INEN 856, 2010)

Este método de ensayo se aplica para la determinación de la densidad promedio en una muestra de árido fino (sin incluir el volumen de vacíos entre partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del árido.

Equipos

- Balanza.- Que tenga una capacidad de 1 kg o más, con una sensibilidad de 0,1 g o menos y una precisión de 0,1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso para este método de ensayo. La diferencia entre lecturas debe tener una precisión dentro de 0,1 g, en cualquier rango de 100 g de carga.

- Picnómetro (para uso con el procedimiento gravimétrico).- Matraz u otro contenedor apropiado, en el cual la muestra de ensayo de árido fino, pueda ser introducida fácilmente y en el cual el volumen contenido pueda ser legible dentro de $\pm 0,1 \text{ cm}^3$. El volumen del contenedor lleno hasta la marca debe ser por lo menos 50% mayor que el requerido para acomodar la muestra de ensayo. Para una muestra de ensayo de 500 g del árido más fino, es adecuado un matraz o un recipiente de 500 cm^3 de capacidad, adaptado con un picnómetro en la parte superior.
- Molde y compactador para ensayo de humedad superficial.- El molde metálico debe tener la forma de un cono truncado, con las siguientes dimensiones: $40 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ de diámetro interno superior, $90 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ de diámetro interno en la base y $75 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ de altura; el metal debe tener un espesor mínimo de 0,8 mm. El compactador metálico debe tener una masa de $340 \text{ g} \pm 15 \text{ g}$ y una cara compactadora circular y plana, de $25 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ de diámetro.
- Horno. - De tamaño suficiente, capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Procedimiento volumétrico:

1. Preparación de la muestra de ensayo

- 1.1. Colocar la muestra en una bandeja o en otro recipiente apropiado y secarla en el horno a una temperatura de $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, hasta conseguir una masa constante, dejarla que se enfríe hasta una temperatura que sea confortable para su manipulación (aproximadamente $50 \text{ }^\circ\text{C}$), luego cubrirla con agua, ya sea por inmersión o por adición de agua, hasta alcanzar al menos 6% de humedad en el árido fino y dejar que repose por $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$.

- 1.2. Decantar el exceso de agua, evitando la pérdida de finos, extender la muestra sobre una superficie plana, no absorbente, expuesta a una corriente suave de aire caliente y moverla frecuentemente para asegurar un secado homogéneo. Si se desea, se pueden utilizar equipos mecánicos como un agitador, para ayudar a alcanzar la condición saturada superficialmente seca. Continuar esta operación hasta que la muestra se aproxime a una condición de flujo libre. Seguir el procedimiento indicado en el numeral 1.3 para determinar si la humedad superficial todavía está presente en las partículas constituyentes del árido fino. Realizar el primer ensayo para esta determinación cuando todavía exista agua superficial en la muestra.
- 1.3. Continuar secando con agitación constante y probar a intervalos frecuentes hasta que el ensayo indique que la muestra ha alcanzado la condición de superficie seca. Si el primer ensayo de determinación de humedad superficial indica que la humedad no está presente en la superficie, significa que se ha secado más allá de la condición saturada superficialmente seca; en este caso, mezclar íntegramente el árido fino con algunos cm³ de agua y dejar que la muestra repose en un recipiente cubierto por 30 minutos. A continuación, reanudar el proceso de secado y ensayos a intervalos frecuentes hasta determinar el inicio de la condición de superficie seca.
- 1.4. Ensayo para determinar la humedad superficial. Mantener firmemente el molde sobre una superficie lisa no absorbente, con el diámetro mayor hacia abajo. Colocar en el molde en forma suelta, una porción del árido fino parcialmente seco, hasta llenarlo colocando material adicional en la parte superior manteniendo firme el molde con la mano, compactar el árido fino con 25 golpes ligeros del compactador. Cada caída debe iniciar aproximadamente 5 mm sobre la superficie del árido. Permitir que

el compactador caiga libremente bajo la atracción gravitacional en cada golpe.

1.5. Ajustar la altura de inicio a la nueva elevación de la superficie después de cada golpe y distribuirlos sobre la superficie. Remover el árido fino que ha caído alrededor de la base y levantar el molde verticalmente. Si la humedad superficial todavía está presente, el árido fino mantendrá la forma del molde. Cuando el árido fino se desmorona ligeramente, ello indica que se ha alcanzado la condición de superficie seca.

1.6. Algunos áridos finos con partículas de forma predominantemente angular o con una alta proporción de finos, pueden no desmoronarse en el ensayo del cono, al alcanzar la condición de superficie seca. Este problema se puede verificar si al dejar caer desde una altura de 100 mm a 150 mm sobre una superficie, un puñado de árido fino, tomado de la muestra ensayada, se pueden observar partículas individuales muy finas. Para estos materiales, se considera que han alcanzado la condición saturada superficialmente seca, en el punto en que, luego de remover el molde, un lado del árido fino apenas se derrumba.

2. Procedimiento gravimétrico (picnómetro):

2.1 Llenar parcialmente el picnómetro con agua.- Introducir en el picnómetro 500 g \pm 10 g de árido fino saturado superficialmente seco, preparado como se describe en el numeral 1. y llenar con agua adicional hasta aproximadamente el 90% de su capacidad. Agitar el picnómetro como se describe, manualmente en el literal a) o mecánicamente en el literal b) de este numeral.

a) Manualmente: rodar, invertir y agitar el picnómetro (o utilizar una combinación de estas tres acciones) para eliminar las burbujas visibles de aire.

- b) Mecánicamente: agitar el picnómetro mediante una vibración externa, de una forma que no degrade la muestra. Para promover la eliminación de aire sin degradación, es suficiente un nivel de agitación ajustado para solamente mantener las partículas individuales en movimiento.
- c) Se puede considerar aceptable un agitador mecánico, si en ensayos de comparación para cada período de seis meses de uso, muestra variaciones menores que el rango aceptable de dos resultados, respecto a los resultados de la agitación manual en el mismo material.

2.2 Luego de eliminar todas las burbujas de aire, ajustar la temperatura del picnómetro y su contenido a $23,0\text{ °C} \pm 2,0\text{ °C}$, si es necesario mediante inmersión parcial en agua circulante; y llevar el nivel de agua en el picnómetro hasta la marca de calibración. Determinar la masa total del picnómetro, muestra y agua.

2.3 Retirar el árido fino del picnómetro, secarlo en el horno a una temperatura de $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, hasta conseguir una masa constante y enfriarlo a temperatura ambiente por $1\text{ h} \pm \frac{1}{2}\text{ h}$, determinar su masa.

2.4 Determinar la masa del picnómetro lleno hasta la marca de calibración, con agua a $23,0\text{ °C} \pm 2,0\text{ °C}$.

Resultados

Árido Grueso	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
A: Peso en aire del agregado secado al horno (g).	464.4	463.8	462.9
S1: Peso de la muestra en estado saturado superfinamente seca en el frasco Le Chatelier (g).	500	500	500
S: Peso de material sss (g).	500	500	500
R1: Lectura inicial del nivel de agua en el frasco Le Chatelier (ml).	200	200	200
R2: Lectura final del agua en el frasco Le Chatelier (ml).	427	428	428
$G_{sb} =$	2,042		
$G_{sssb} =$	2,202		
$G_{sa} =$	2,430		
$\%Abs =$	7,829		

Tabla 10. Determinación de densidades y porcentaje de absorción del árido fino
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.3.5 Determinación del material más fino que pasa el tamiz con abertura de 75µm (No. 200), mediante lavado – NET INEN 697

Según nos indica: (NET INEN 697, 2010).

Equipos

- Balanza. - Debe ser legible y tener una precisión de 0,1 g o del 0,1% de la masa de ensayo, la que sea mayor, en cualquier punto dentro del rango de uso.
- Tamices.- Un arreglo de dos tamices, el inferior debe ser el tamiz de 75 µm (No. 200) y el superior de 1,18 mm (No. 16), ambos deben cumplir con los requisitos de la NTE INEN 154.
- Recipiente.- Un frasco o contenedor de un tamaño suficiente para recibir la muestra cubierta con agua y para permitir una agitación vigorosa sin pérdida de alguna parte de la muestra o del agua.
- Horno. - Un horno de tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 °C ± 5 °C.

Procedimiento

1. Secar la muestra en el horno hasta conseguir una masa constante, a una temperatura de 110 °C ± 5 °C. Determinar la masa con una aproximación de 0,1% de la masa de la muestra.
2. Si la especificación requiere que la cantidad que atraviesa el tamiz de 75 µm (No. 200) se determine sobre una parte de una muestra que pasa un tamiz más pequeño que el tamaño máximo nominal del árido, separar la muestra por el tamiz designado y determinar la masa del material que pasa dicho tamiz, con aproximación de 0,1% de la masa de esta porción de la muestra. Utilizar esta masa como la masa seca original de la muestra de ensayo.
3. Después del secado y de la determinación de la masa, colocar la muestra en el recipiente y agregar suficiente cantidad de agua

hasta cubrirla. No se debe añadir al agua, detergente, un agente dispersor u otra sustancia.

4. Agitar la muestra vigorosamente para dar lugar a la separación completa de todas las partículas más finas que 75 μm de las partículas más gruesas y para llevar el material fino a suspensión. Inmediatamente verter el agua de lavado que contiene los sólidos suspendidos y disueltos sobre el arreglo de tamices, organizado con el tamiz más grueso en la parte superior. Evitar en la medida de lo posible, a decantación de las partículas gruesas de la muestra.
5. Añadir una segunda carga de agua a la muestra en el recipiente, agitar y decantar como se indicó anteriormente. Repetir esta operación hasta que el agua de lavado esté clara.
6. Regresar al recipiente todo el material retenido en el arreglo de tamices mediante un enjuague con una boquilla rociadora de la muestra lavada. Secar en el horno el árido lavado hasta conseguir una masa constante, a temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y determinar la masa con una aproximación de 0,1% de la masa original de la muestra.

Resultados

ÁRIDO GRUESO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
B: Masa seca original de la muestra (g).	3000	3000
C: Masa seca de la muestra luego de lavar (g).	2989	2984
A: Masa más fina 75 μm (%).	0,367	0.53
A = 0,45 %	Masa más fina	$A = (B-C)/B \cdot 100$

Tabla 11. Determinación del material más fino que pasa el tamiz de 75 μm del árido grueso

Fuente: C Merchán; E. Alejandro.

ÁRIDO FINO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
B: Masa seca original de la muestra (g).	300	300
C: Masa seca de la muestra luego de lavar (g).	292	293
A: Masa más fina 75 µm (%).	2,667	2,33
A = 2,50 %	Masa más fina	$A = (B-C)/B \cdot 100$

Tabla 12. Determinación del material más fino que pasa el tamiz de 75 µm del árido fino

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.3.6 Determinación de terrones de arcilla y partículas NTE INEN 698

Según nos indica: (NTE INEN 698, 2010).

Este método de ensayo se aplica para determinar la aceptación de los áridos para hormigón con requisitos de la NTE INEN 872.

Equipos

- Balanza.- Debe tener una precisión de 0,1% de la masa de la muestra de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso. Las balanzas deben cumplir con la exactitud de las secciones aplicables de la norma ASTM C 1005.
- Recipiente.- De material no corrosible, de un tamaño y forma tal que permiten extender en la parte inferior la muestra en una capa delgada.
- Tamices.- Deben cumplir con la NTE INEN 154.
- Horno para secar.- debe disponer de circulación libre del aire y ser capaz de mantener una temperatura de $100 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$.

Procedimiento

1. Determinar la masa de la muestra de ensayo con la precisión específica en el numera 4.2.1 y extenderla formando una fina capa en el fondo del recipiente, cubrir con agua destilada y sumergirla durante un periodo de $24\text{h} \pm 4\text{h}$. Rodar y apretar las partículas en tamaño más pequeños.

2. No se debe utilizar las uñas para romper las partículas o presionar las partículas desmenuzables cada partícula que se puede romper con los dedos en finos removibles por tamizado húmedo. Después que todos los terrones de arcilla y partículas desmenuzables perceptibles se han roto.
3. Realizar el tamizado húmedo pasando agua a través del tamiz que contiene la muestra, mientras se agita manualmente el mismo, hasta que todo el material de tamaño más pequeño haya sido eliminado.
4. Retirar cuidadosamente las partículas retenidas en el tamiz, secar hasta una masa prácticamente constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, dejar enfriar y determinar la masa con una aproximación de 0.1% de la masa de la muestra de ensayo.

Resultados

Tamaño de Tamices		Masa antes del ensayo	Masa después del ensayo	Terrones de Arcilla y Partículas Desmenuzables Parcial
Pasante	Retenido	M (gr)	R (gr)	P
1 1/2.	3/4.	3000	2936	2,13
3/4.	3/8.	2000	1951	2,45
P =	2,29			$P = (M-R)/M * 100$

Tabla 13. Determinación de terrones de arcilla y partículas gruesas
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

Tamaño de Tamices		Masa antes del ensayo	Masa después del ensayo	Terrones de Arcilla y Partículas Desmenuzables Parcial
Pasante	Retenido	M (gr)	R (gr)	P
N°16	N°200	100	98,4	1,60
				$P = (M-R)/M * 100$

Tabla 14. Determinación de terrones de arcilla y partículas finas
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.3.7 Determinación del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación - NTE INEN 864.

Según nos indica: (NTE INEN 864, 1983).

Esta norma comprende a los áridos finos, sean como arenas naturales o arena de tribulación, que se utilizan para preparar hormigones.

Equipos

- Probeta.- Graduada, de vidrio incoloro y de 1000cm³ de capacidad, debe disponer de un tapón.
- Balanza.- Con una capacidad no menos a 500g y una sensibilidad de 1g, o menos.

Procedimiento

1. Colocar la muestra de ensayo en la probeta y luego añadimos agua hasta llenar las tres cuartas partes de su capacidad.
2. Taponamos la probeta, agitarla fuertemente varias veces, y dejando en reposo para que se produzca la sedimentación de las partículas del árido.

- Una hora después de haber agitado la probeta, leer la altura de la capa de partículas sedimentadas en la escala de la probeta graduada.

Resultado

Volumen de la capa de materia de partículas finas	Masa de muestra de ensayo	Porcentaje de partículas finas
H (cm ³)	A (gr)	P
23,1	500	2,77
		$P=(H*0.6)/A*100$

Tabla 15. Porcentaje de partículas finas
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.3.8 Determinación del valor de la degradación del árido grueso de partículas menores a 37,5 mm mediante el uso de la máquina de los ángeles - NTE INEN 860

Según nos indica: (NTE INEN 860, 2011).

El valor de la degradación es utilizado como indicador de la calidad relativa o de la competencia de áridos y fuentes de áridos, que tienen composiciones mineralógicas similares. Los resultados obtenidos por este ensayo no permiten realizar comparaciones entre fuentes de diferente origen, composición o estructura.

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

Equipos

- Máquina de los Ángeles.- Se debe utilizar una máquina de los Ángeles que cumpla con todas las características esenciales del diseño mostrado en la figura. La máquina debe estar compuesta por un cilindro de acero hueco, con espesor de pared no menor

que 12.4 mm, cerrado en ambos extremos, que cumpla con las dimensiones que se muestra en la figura, que tenga diámetro interior de $711 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ y de longitud interna de $508 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$. La superficie interior del cilindro debe estar libre de protuberancias que interrumpan la trayectoria de la muestra y de las esferas de acero, a excepción de la plataforma que se describe más adelante.

- El cilindro debe ser montado sobre puntas de ejes acoplados a los extremos del cilindro, pero no deben entrar en él y debe estar colocado de tal manera que gire con el eje en posición horizontal con una tolerancia en la pendiente de 1%. Se debe proveer una abertura en el cilindro para la introducción de la muestra y las esferas. Para cubrir la abertura, debe estar provisto de una tapa apropiada que no está diseñada para mantener el contorno cilíndrica de la superficie interior, a menos que la plataforma este localizada de modo que la carga no caiga sobre la tapa a entre en contacto con esta durante el ensayo.
- En el interior de la superficie cilindra se debe acoplar una plataforma de acero, extendida toda la longitud del cilindro y proyectada hacia el interior en $89 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$, de tal manera que un plano centrado entre las caras grandes coincida con un plano axial, la plataforma debe ser mantada por medio de tornillos u otros medios adecuados y tener un espesor que le permita estar firme y rígida. La posición de la plataforma debe ser tal que la muestra y las esferas de acero no golpeen en o cerca de la abertura exterior del cilindro en el sentido del giro, no debe ser menos a 1270 mm. Inspeccionar periódicamente la plataforma para determinar que no se ha doblado longitudinalmente, ni tampoco se ha modificado su posición normal radial con respecto al cilindro. Si se encuentra cualquiera de estas condiciones, se debe reparar o reemplazar la plataforma antes de que se lleven a cabo más ensayos.

La máquina debe estar balanceada y operar de tal forma que mantenga una velocidad periférica sustancialmente uniforme. Si se utiliza un ángulo como plataforma, la diferencia de rotación debe ser tal que la carga sea recogida por la superficie externa del ángulo.

- Tamices.- Que cumplan con los requisitos de la NTE INEN 154
- Balanza.- Con una precisión de por lo menos 0.1% de la carga en ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso para ese método de ensayo.
- Carga.- La carga consiste en esferas de acero que promedien aproximadamente 47mm de diámetro, que cada una tenga masa de entre 390 g y 445 g.

Procedimiento

1. Colocar la muestra y la carga para el ensayo en la máquina de los Ángeles, girar la máquina 500 revoluciones a una velocidad entre 30 r/min y 33 r/min. Después del número prescrito de revoluciones, descarga el material de la máquina y realizar una separación preliminar de la muestra sobre un tamiz de mayor abertura que el de 1,70 mm.
2. Tamizar la porción fina por el tamiz de 1,70 mm, según el promedio descrito en la NTE INEN 696. Lava el material más grueso que 1.70 mm y seca al horno a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta obtener masa prácticamente constante y determinar la masa con aproximación de 1 g.

Resultados

Pasa el Tamiz "N°"	Retenido en Tamiz "N°"	Peso antes del Ensayo "gr"	Peso Después del Ensayo "gr" (C)
3/4.	1/2.	2500	
1/2.	3/8.	2500	
Total (B)		5000	3771
% Desgaste (D) =		24,58	$D = (B-C)/B \cdot 100$

Tabla 16. Porcentaje de desgaste
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.3.9 Determinación de la solidez de los áridos mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio - NTE INEN 863

Según nos indica: (NTE INEN 863, 2011).

Esta norma se aplica a los áridos, que se utilizan en el hormigón u otras aplicaciones, para obtener una estimación preliminar de su desempeño cuando están sometidos a la acción de la intemperie.

Esta estimación se logra mediante repetidas inmersiones del árido en soluciones saturadas con sulfato de sodio o de magnesio, seguidas por secado al horno para deshidratar parcial o completamente la sal precipitada en los espacios porosos permeables. La fuerza expansiva interna, derivada de la rehidratación de la sal en la reinversión, simula la expansión del agua al congelarse en el interior de los poros del árido.

Este método de ensayo proporciona información útil para juzgar su desempeño, cuando la información del material expuesto a las condiciones ambientales reales, no esté disponible

Equipos

- Tamices.- Con aberturas cuadradas, para tamizar las muestras de acuerdo con los numerales 5.4, 5.5 y 5.7; que cumplan con los requisitos de la NTE INEN 154 o de la norma ASTM E 323.
- Recipientes para sumergir las muestras de áridos en la solución.- De conformidad con el procedimiento descrito en esta norma, deben ser perforados de tal manera que se permita el libre acceso de la solución a la muestra y el drenaje de la solución de la muestra, sin pérdida de áridos (ver nota 2).
- Regulación de la temperatura.- Se deben establecer métodos adecuados para regular la temperatura de las muestras durante la inmersión en la solución de sulfato de sodio o de sulfato de magnesio.
- Balanzas.- Para árido fino, que tengan una exactitud de 0,1 g dentro del rango requerido para este ensayo; para árido grueso, que tengan una exactitud de 0,1% o 1 g, el que sea mayor, dentro del rango requerido para este ensayo.
- Horno para secado.- Debe ser capaz de mantener en forma continua una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la tasa de evaporación, en este rango de temperatura, debe ser como mínimo de 25 g/h durante 4 horas, período en el cual las puertas del horno deben permanecer cerradas.
- Esta tasa de evaporación debe ser determinada mediante la pérdida de agua utilizando vasos de precipitación de 1 litro, colocados en cada esquina y en el centro de cada parrilla dentro del horno, conteniendo inicialmente 500 g de agua a una temperatura de $21\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. El requisito de evaporación es

aplicable a todos los puntos del horno cuando está vacío, excepto por los vasos de agua.

- Medidor de gravedad específica.- Hidrómetros que cumplan con los requisitos de la norma ASTM E 100, o una combinación apropiada de vasos graduados y balanza, capaz de medir la gravedad específica de la solución, con una apreciación de $\pm 0,001$.

Procedimiento

1. Almacenamiento de las muestras en la solución. Sumergir las muestras en la solución preparada, de sulfato de sodio o de sulfato de magnesio, de tal manera que la solución las cubra a una profundidad de al menos 12,5 mm y mantenerlas sumergidas durante un periodo no menor de 16 horas ni mayor de 18 horas, a una temperatura de $21\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cubrir los recipientes para reducir la evaporación y evitar la adición accidental de sustancias extrañas.
2. Secado de las muestras luego de la inmersión. Luego del período de inmersión, retirar la muestra de ácido de la solución, permitir que drene por $15\text{ min} \pm 5\text{ min}$ y colocarla en el horno de secado. La temperatura del horno debe ajustarse previamente a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Secar las muestras a la temperatura especificada hasta que se alcance masa constante.
3. El tiempo requerido para alcanzar masa constante debe establecerse de la siguiente manera: estando el horno dispuesto con la máxima carga de muestras esperada, determinar las pérdidas de masa de las muestras de ensayo retirándolas del horno y pesándolas, sin enfriamiento, a intervalos de 2 h a 4 h.
4. Deben hacerse suficientes determinaciones para establecer el tiempo requerido de secado para las posiciones menos favorables dentro del horno y condición de la muestra (ver el numeral 2). Se

considera que se ha alcanzado masa constante, cuando la pérdida en masa es menor del 0,1% de la masa de la muestra después de 4 horas de secado. Después que se ha alcanzado masa constante, enfriar las muestras a temperatura ambiente y luego, sumergirlas nuevamente en la solución preparada, como se describe en el numeral 1.

5. Número de ciclos. Repetir el proceso alternado de inmersión y secado hasta que se obtenga el número requerido de ciclos.
6. Luego de completar el ciclo final y después de que la muestra se ha enfriado, lavar la muestra para eliminar el sulfato de sodio o el sulfato de magnesio, se considera que la muestra está libre de las sales cuando el cloruro de bario (BaCl_2) no reacciona con el agua de lavado. Lavar mediante circulación de agua a $43\text{ }^\circ\text{C} \pm 6\text{ }^\circ\text{C}$ a través de las muestras en sus recipientes. Esto se puede realizar colocándolas en un tanque en el cual el agua caliente puede ser introducida cerca del fondo y permitir que rebose. En la operación de lavado, las muestras no deben ser sometidas a impacto o abrasión que puede tender a romper las partículas.

Resultados

Tamices (in)		%Retenido Granulometría (A)	Peso Inicial W antes	Peso Final W después	Pérdida Total	Pérdida Corregida
Pasante	Retenido		gr (B)	gr (C)	% (D)	% (E)
1	3/4.	8,79	500	404	19,2	1,69
3/4.	1/2.	50,96	670	581	13,28	6,77
1/2.	3/8.	28,99	330	265	19,70	5,71
3/8.	N°4	5,91	300	244	18,67	1,10

N°4	N°8	3,5	100	71,56	28,44	1,00
N°8	N°16	1,06	100	69,15	30,85	0,33
N°16	N°30	0,11	100	78,38	21,62	0,02
N°30	N°50	0,68	100	76,12	23,88	0,16
		TOTAL	2200	1789,21		16,78
		% Porcentaje de perdida =	16,78	$D = (B-C)/B*100$ $E = (D*A)/100$		

Tabla 17. Porcentaje de desgaste de la solidez de los áridos
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.4 Diseño de la mezcla de hormigón permeable

3.4.1 Factores a tomar en cuenta para la dosificación

El diseño de mezcla se realizó utilizando como referencia el método ACI 211.1, debido a las características de permeabilidad y resistencia que deseamos obtener en el hormigón, las principales consideraciones a tomar en cuenta son las siguientes:

- Para el diseño del hormigón permeable se tomó como referencia dosificar para resistencias de diseño convencionales de un hormigón de peso normal: 180, 210 y 240 kg/cm².
- Aumento de la cantidad de vacíos (aire incluido): para las dosificaciones se estableció como variable diseñar con 17 y 20% de cantidad de vacíos, obteniéndose 6 dosificaciones.
- Disminución de la cantidad de agregado fino (con respecto al agregado grueso). Para la elaboración de hormigón permeable, el agregado fino debe ser entre 0 - 8% del peso del agregado grueso, se representa este valor como “% real de fino” en cada dosificación.

Adicionalmente, se realizó una séptima dosificación, que consiste en una versión mejorada de la sexta dosificación donde se distribuyó del peso de la arena, una mayor cantidad al peso del cemento y se utilizó aditivo superplastificante.

3.4.2 Nomenclatura para cada dosificación

- 1) HP 180 – 20 CV: resistencia de diseño 180 kg/cm^2 - 20 %
cantidad de vacíos
- 2) HP 180 – 17 CV: resistencia de diseño 180 kg/cm^2 - 17 %
cantidad de vacíos.
- 3) HP 210 – 20 CV: resistencia de diseño 210 kg/cm^2 - 20 %
cantidad de vacíos.
- 4) HP 210 – 17 CV: resistencia de diseño 210 kg/cm^2 - 17 %
cantidad de vacíos.
- 5) HP 240 – 20 CV: resistencia de diseño 240 kg/cm^2 - 20 %
cantidad de vacíos.
- 6) HP 240 – 17 CV: resistencia de diseño 240 kg/cm^2 - 17 %
cantidad de vacíos.
- 7) HP 240 (2) – 17 CV: resistencia de diseño 240 kg/cm^2 - 17 %
cantidad de vacíos, más cantidad de cemento y adición de aditivo
superplastificante.

3.4.3 Procedimiento de la primera dosificación

- Establecemos nuestra tabla de datos a utilizar.

Agregado Fino		
Absorción	7,83	%
Humedad	7,62	%
Densidad relativa	3,95	
Densidad relativa sss	2,2	
Peso Unitario	1323,21	kg/m ³
Modulo de finura	3,14	
Agregado Grueso		
Absorción	7,37	%
Humedad	7,3	%
Densidad relativa	3,04	
Densidad relativa sss	2,53	
Peso Unitario	1352,08	kg/m ³

Tabla 18. Datos de los agregados
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

- Se establece la resistencia de diseño: $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$.

Resistencia a la Compresión Promedio	
$f'c$	$f'cr$
Menor de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
Sobre 350	$f'c + 98$

Tabla 19. Resistencia a la compresión promedia
Fuente: Criterio general del diseño de Mezclas por el Método del ACI 211.1.

- Se mayor la resistencia de diseño conforme a la tabla 19, obteniéndose la resistencia de concreto requerida.

$$f'cr = f'c + 70 = 180 + 70 = 250 \text{ kg/cm}^2$$

Revenimientos recomendados para diversos 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 de muros reforzados	10	2,5
Columnas para edificios	10	2,5
Pavimentos y losas	7,5	2,5
Concreto masivo	7,5	2,5

Tabla 20. Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcción.
Fuente: Criterio general del diseño de Mezclas por el Método del ACI 211.1.

Consideramos como tipo de construcción: Pavimentos y losas, además que, debido a que el hormigón permeable tiene un revenimiento a bajo, consideramos trabajar con el mínimo propuesto en la tabla 20 (2,5 cm).

Requisitos aproximados de agua de mezcla y contenido de aire par diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de agregados.

Revenimiento, cm	Agua (kg/m ³) concreto para TMG, mm							
	9,5	12,5	19	25	38	50	75	150
	Concreto sin aire incluido							
De 2.5 a 5.0	207	199	190	179	166	154	130	113
De 7.5 a 10	228	216	205	193	181	169	145	124
De 15 a 17.5	243	228	216	202	190	178	160	---

Cantidad aprox. Aire atrapado	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
	concreto con aire incluido							
De 2.5 a 5.0	181	175	168	160	150	142	122	107
De 7.5 a 10	202	193	184	175	165	157	133	119
De 15 a 17.5	216	205	197	174	174	166	154	---
Promedio recomendado de aire por incluir por exposición								
Exposición ligera	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Exposición moderada	6	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
Exposición severa	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

Tabla 21. Requisitos aproximados de agua de mezcla y contenido de aire par diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de agregados.

Fuente: Criterio general del diseño de Mezclas por el Método del ACI 211.1.

Se considera un diseño con cantidad de vacíos (aire incluido), según la tabla 21, escogemos la cantidad de agua utilizando los datos de: el tamaño máximo del agregado (TMG) y el revenimiento.

TMG = 19 mm

Revenimiento = 2,5 cm

Cantidad de agua = 168 kg

(a) Correspondencia entre la relación agua/ cemento y la resistencia a la compresión del concreto

Resistencia a la compresión a los 28 días kg/cm ²	Relación agua / cemento por peso	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
420	0,41	---
350	0,48	0,40
280	0,57	0,48
210	0,68	0,59
140	0,82	0,74

Tabla 22. Correspondencia entre la relación agua/ cemento y la resistencia a la compresión del concreto.

Fuente: Criterio general del diseño de Mezclas por el Método del ACI 211.1

Tomando los valores de la tabla 22, referenciamos los valores superior e inferior de nuestra resistencia de concreto referida ($f'_{cr} = 250 \text{ kg/cm}^2$) e interpolamos para obtener la relación a/c.

	$f'_{cr} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	a/c	
X_1	210	0,59	Y_1
X	250		Y
X_2	280	0,48	Y_2

Figura 3. Interpolación

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

$$y = y_1 + \left(\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \right) (y_2 - y_1)$$

$$y = 0,59 + \left(\frac{250 - 210}{280 - 210} \right) (0,48 - 0,59)$$

$$y = 0,527$$

$$a/c = 0,53$$

- Se calcula la cantidad de cemento con los datos obtenidos:

$$c = a / 0,53 = 168 / 0,53$$

$$\text{Cantidad de cemento} = 316,18 \text{ kg/cm}^2$$

Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto

tamaño máximo de agregado, mm	volumen de agregado grueso varillado en seco, por volumen unitario de concreto para distintos módulos de finura de la arena			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9.5 (3/8")	0,50	0,48	0,46	0,44
12.5 (1/2")	0,59	0,57	0,55	0,53
19 (3/4")	0,66	0,64	0,62	0,60
25 (1")	0,71	0,69	0,67	0,65
37.5 (1 1/2")	0,75	0,73	0,71	0,69
50 (2")	0,78	0,76	0,74	0,72
75 (3")	0,82	0,80	0,78	0,76
150 (6")	0,87	0,85	0,83	0,81

Tabla 23. Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto
Fuente: Criterio general del diseño de Mezclas por el Método del ACI 211.1.

- Según la tabla 23, con el valor del módulo de finura de nuestra arena (MF=3.14) y el tamaño máximo del agregado =19 mm, determinamos el volumen de agregado grueso varillado en seco.

$$V = 0,6 \text{ m}^3$$

- Se calcula el peso del agregado grueso mediante la siguiente fórmula:

$$P = (PU) (V)$$

$$P = (1352,08 \text{ kg/m}^3) (0,6 \text{ m}^3)$$

$$P = 811,25 \text{ kg}$$

- Se calcula el volumen del agua, cemento y piedra mediante la fórmula $V = p (\text{peso}) / d (\text{densidad})$, la unidad resultante será dm^3 .

Como en nuestro primer diseño se establece que nuestro hormigón tendrá un 20% de vacíos en 1m^3 , realizamos su respectiva conversión a dm^3 .

$$\text{Volumen de aire} = (0,2 \text{ m}^3) (1000 \text{ dm}^3/1\text{m}^3)$$

$$\text{Volumen de aire} = 200 \text{ dm}^3$$

Material	Peso (kg)	Densidad (g/cm ³)	Volúmen (dm ³)
Agua	168,00	1	168,00
Cemento	316,98	3,15	100,63
Piedra	811,25	2,53	320,65
Aire	---	---	200

Tabla 24. Volumen de los materiales
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

- La suma del volumen de todos los materiales debe ser igual a $1000 \text{ dm}^3 (1\text{m}^3)$, por lo tanto, calculamos el volumen y el peso de la arena de la siguiente manera:

$$\text{Volumen de arena} = 1000 - 168 - 100,63 - 320,65 - 200$$

$$\text{Volumen de arena} = 210,72 \text{ dm}^3$$

$$\text{Peso de la arena} = \text{Volumen de arena} \times \text{densidad}$$

$$\text{Peso de la arena} = (210,72 \text{ dm}^3) (2,2 \text{ g/cm}^3)$$

$$\text{Peso de la arena} = 463,58 \text{ kg}$$

- Como el hormigón permeable se caracteriza por llevar poco o nada de arena, conservamos el 5% de la cantidad de arena y repartimos el otro 95% del peso de la siguiente manera:

Arena conservada (5% de su propio peso) = $(0,05)(463,58 \text{ kg})$

Arena conservada = 23,18 kg

Peso adicional al agua (5% del peso de la arena) = $(0,05)(463,58 \text{ kg})$

Peso adicional al agua = 23,18 kg

- Para el cemento se debe considerar como % de repartición un valor que no altere la relación a/c de diseño, esto se obtiene dividiendo el % de repartición para el agua entre la relación a/c.

% de repartición para cemento = $0,05/0,53 = 0,09 = 9\%$

Peso adicional al cemento (9% del peso de la arena) = $(0,09)(463,58 \text{ kg})$

Peso adicional al cemento = 41,72 kg

- Deducimos el factor de repartición para la piedra de la siguiente manera:

% de repartición para la piedra = $1 - 0,05 - 0,05 - 0,09 = 0,81 = 81\%$

Peso adicional a la piedra (81% del peso de la arena) = $(0,81)(463,58 \text{ kg})$

Peso adicional a la piedra = 375,50 kg

- Realizamos la tabla sumando los pesos adicionales.

Material	Peso (kg)	Densidad (g/cm ³)	Volúmen (dm ³)
Agua	191,18	1	191,18
Cemento	358,70	3,15	113,87
Piedra	1.186,75	2,53	469,07
Arena	23,18	2,2	10,54
Aire			200

Tabla 25. Suma de pesos adiciones a los materiales

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

- Realizamos la respectiva corrección por humedad y absorción para nuestros pesos establecidos, obteniendo la proporción real para 1m³ de hormigón.

Material	Peso (kg/m ³)	Humedad		Absorción		PROPORCIÓN REAL (kg/m ³)
		%	kg	%	kg	
Agua	191,18		88,40		89,28	192,06
Cemento	358,70					358,70
Piedra	1.186,75	7,3	86,63	7,37	87,46	1185,92
Arena	23,18	7,62	1,77	7,83	1,81	23,13

Tabla 26. Corrección por humedad y absorción

Fuente: C Merchán; E. Alejandro.

- Calculamos el % real de fino con respecto al agregado grueso.

$$\% \text{real de fino} = 23,18 / 1186,75$$

$$\% \text{real de fino} = 0,01953$$

$$\% \text{real de fino} = 1,953 \%$$

- Determinamos el volumen de hormigón endurecido a emplear para nuestra dosificación (tabla 26) y luego lo multiplicamos para la proporción real calculando de esta materia el material a utilizar para la elaboración de probetas y vigas.

Volumen de Hormigón			
Elemento	Cantidad	V (m ³)	V _T (m ³)
Cilindro 30x15	10	0,0053	0,053
Cilindro 20x10	3	0,00157	0,00471
Vigueta 15X15X54	2	0,0121	0,0242
Total (+10% de desperdicio)			0,090

Tabla 27. Volumen de hormigón

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

- Cantidad a emplear:

$$\text{Agua} = (192,06 \text{ kg/m}^3) (0,09 \text{ m}^3) = 17,30 \text{ kg}$$

$$\text{Cemento} = (358,70 \text{ kg/m}^3) (0,09 \text{ m}^3) = 32,32 \text{ kg}$$

$$\text{Piedra} = (1158,92 \text{ kg/m}^3) (0,09 \text{ m}^3) = 106,58 \text{ kg}$$

$$\text{Arena} = (23,23 \text{ kg/m}^3) (0,09 \text{ m}^3) = 2,08 \text{ kg}$$

3.4.4 Dosificaciones

3.4.4.1 Primera (HP 180 – 20 CV).

Agregado Fino			U
Absorción	7.83	%	
Humedad	7.62	%	
Densidad relativa	3.95		
Densidad relativa sss	2.2		
Peso Unitario	1323.21	kg/m3	
Modulo de finura	3.14		
Agregado Grueso			U
Absorción	7.37	%	
Humedad	7.3	%	
Densidad relativa	3.04		
Densidad relativa sss	2.53		
Peso Unitario	1352.08	kg/m3	

Material	Peso	Densidad	Volúmen
Agua	168.00	1	168.00
Cemento	316.98	3.15	100.63
Piedra	811.25	2.53	320.65
Aire	---	---	170
TOTAL V.			759.28
VOLUME DE ARENA			240.72
PESO DE ARENA			529.58

f'c =	180
f'r = f'c+70	250
Revenimiento	2.5
Cantidad de agua	168
a/c	0.53
V. ag. Varillado en seco	0.6

Factor de repartición arena	
Arena	0.05
Agua	0.05
Cemento	0.09
Piedra	0.81

Material	Peso	Humedad	Absorción	PROPORCIÓN REAL
		%	%	
Agua	194.48			195.40
Cemento	364.64			364.64
Piedra	1,240.21	7.3	7.37	1239.34
Arena	26.48	7.62	7.83	26.42

Volumen de Hormigón			
Elemento	Cantidad	V (m3)	V T (m3)
Cilindro 30x15	10	0.0053	0.053
Cilindro 20x10	3	0.00157	0.00471
Vigueta 15X15X54	2	0.0121	0.0242
Total (+10% de desperdicio)			0.090

Material a Emplear	
Material	Peso
Agua	17.61
Cemento	32.85
Piedra	111.67
Arena	2.38

%Real De Fino	2.135
---------------	-------

Tabla 28. Dosificación para 180Kg/cm²- 20% vacíos
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.4.4.2 Segunda (HP 180 – 17 CV).

Agregado Fino		U
Absorción	7.83	%
Humedad	7.62	%
Densidad relativa	3.95	
Densidad relativa sss	2.2	
Peso Unitario	1323.21	kg/m3
Modulo de finura	3.14	
Agregado Grueso		U
Absorción	7.37	%
Humedad	7.3	%
Densidad relativa	3.04	
Densidad relativa sss	2.53	
Peso Unitario	1352.08	kg/m3

Material	Peso	Densidad	Volúmen
Agua	168.00	1	168.00
Cemento	316.98	3.15	100.63
Piedra	811.25	2.53	320.65
Aire	---	---	170
TOTAL V.			759.28
VOLUME DE ARENA			240.72
PESO DE ARENA			529.58

f'c =	180
f'r = f'c+70	250
Revenimiento	2.5
Cantidad de agua	168
a/c	0.53
V. ag. Varillado en seco	0.6

Factor de repartición arena	
Arena	0.05
Agua	0.05
Cemento	0.09
Piedra	0.81

Material	Peso	Humedad		Absorción		PROPORCIÓN REAL
		%	kg	%	kg	
Agua	194.48		92.55		93.48	195.40
Cemento	364.64					364.64
Piedra	1,240.21	7.3	90.54	7.37	91.40	1239.34
Arena	26.48	7.62	2.02	7.83	2.07	26.42

Volumen de Hormigón			
Elemento	Cantidad	V (m3)	V T (m3)
Cilindro 30x15	10	0.0053	0.053
Cilindro 20x10	3	0.00157	0.00471
Vigueta 15X15X54	2	0.0121	0.0242
Total (+10% de desperdicio)			0.090

Material a Emplear	
Material	Peso
Agua	17.61
Cemento	32.85
Piedra	111.67
Arena	2.38

%Real De Fino	2.135
---------------	-------

Tabla 29. Dosificación para 180Kg/cm²- 17% vacíos

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.4.4.3 Tercera (HP 210 – 20 CV).

Agregado Fino		U
Absorción	7.83	%
Humedad	7.62	%
Densidad relativa	3.95	
Densidad relativa sss	2.2	
Peso Unitario	1323.21	kg/m3
Modulo de finura	3.14	
Agregado Grueso		U
Absorción	7.37	%
Humedad	7.3	%
Densidad relativa	3.04	
Densidad relativa sss	2.53	
Peso Unitario	1352.08	kg/m3

Material	Peso	Densidad	Volúmen
Agua	168.00	1	168.00
Cemento	365.22	3.15	115.94
Piedra	811.25	2.53	320.65
Aire	---	---	200
TOTAL V.			804.60
VOLUME DE ARENA			195.40
PESO DE ARENA			429.89

f'c =	210
f'r = f'c+84	294
Revenimiento	0
Cantidad de agua	168
a/c	0.46
V. ag. Varillado en seco	0.6

Factor de repartición arena	
Arena	0.05
Agua	0.05
Cemento	0.11
Piedra	0.79

Material	Peso	Humedad	Absorción	PROPORCIÓN REAL
		%	%	
Agua	189.49			190.35
Cemento	412.51			412.51
Piedra	1,150.86	7.3	7.37	1150.06
Arena	21.49	7.62	7.83	21.45

Volumen de Hormigón			
Elemento	Cantidad	V (m3)	V T (m3)
Cilindro 30x15	10	0.0053	0.053
Cilindro 20x10	3	0.00157	0.00471
Vigueta 15X15X54	2	0.0121	0.0242
Total (+10% de desperdicio)			0.090

Material a Emplear	
Material	Peso
Agua	17.15
Cemento	37.17
Piedra	103.62
Arena	1.93

%Real De Fino	1.868
---------------	-------

Tabla 30. Dosificación para 210Kg/cm²- 20% vacíos

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.4.4.4 Cuarta (HP 210 – 17 CV).

Agregado Fino		U
Absorción	7.83	%
Humedad	7.62	%
Densidad relativa	3.95	
Densidad relativa sss	2.2	
Peso Unitario	1323.21	kg/m3
Modulo de finura	3.14	
Agregado Grueso		U
Absorción	7.37	%
Humedad	7.3	%
Densidad relativa	3.04	
Densidad relativa sss	2.53	
Peso Unitario	1352.08	kg/m3

Material	Peso	Densidad	Volúmen
Agua	168.00	1	168.00
Cemento	365.22	3.15	115.94
Piedra	811.25	2.53	320.65
Aire	---	---	170
TOTAL V.			774.60
VOLUME DE ARENA			225.40
PESO DE ARENA			495.89

f'c =	210
f'r = f'c+84	294
Revenimiento	0
Cantidad de agua	168
a/c	0.46
V. ag. Varillado en seco	0.6

Factor de repartición arena	
Arena	0.05
Agua	0.05
Cemento	0.11
Piedra	0.79

Material	Peso	Humedad	Absorción	PROPORCIÓN REAL
		%	kg	
Agua	192.79		89.71	193.69
Cemento	419.77			419.77
Piedra	1,203.00	7.3	87.82	1202.16
Arena	24.79	7.62	1.89	24.74

Volumen de Hormigón			
Elemento	Cantidad	V (m3)	V T (m3)
Cilindro 30x15	10	0.0053	0.053
Cilindro 20x10	3	0.00157	0.00471
Vigueta 15X15X54	2	0.0121	0.0242
Total (+5% de desperdicio)			0.086

Material a Emplear	
Material	Peso
Agua	16.66
Cemento	36.10
Piedra	103.39
Arena	2.13

%Real De Fino	2.061
---------------	-------

Tabla 31. Dosificación para 210Kg/cm2- 17% vacíos

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.4.4.5 Quinta (HP 240 – 20 CV).

Agregado Fino		U
Absorción	7.83	%
Humedad	7.62	%
Densidad relativa	3.95	
Densidad relativa sss	2.2	
Peso Unitario	1323.21	kg/m3
Modulo de finura	3.14	
Agregado Grueso		U
Absorción	7.37	%
Humedad	7.3	%
Densidad relativa	3.04	
Densidad relativa sss	2.53	
Peso Unitario	1352.08	kg/m3

Material	Peso	Densidad	Volúmen
Agua	168.00	1	168.00
Cemento	390.70	3.15	124.03
Piedra	811.25	2.53	320.65
Aire	---	---	200
TOTAL V.			812.68
VOLUME DE ARENA			187.32
PESO DE ARENA			412.1

f'c =	240
f'r = f'c+84	324
Revenimiento	0
Cantidad de agua	168
a/c	0.43
V. ag. Varillado en seco	0.6

Factor de repartición arena	
Arena	0.05
Agua	0.05
Cemento	0.12
Piedra	0.78

Material	Peso	Humedad		Absorción		PROPORCIÓN REAL
		%	kg	%	kg	
Agua	188.61		84.26		85.09	189.44
Cemento	440.15					440.15
Piedra	1,132.69	7.3	82.69	7.37	83.48	1131.90
Arena	20.61	7.62	1.57	7.83	1.61	20.56

Volumen de Hormigón			
Elemento	Cantidad	V (m3)	V T (m3)
Cilindro 30x15	10	0.0053	0.053
Cilindro 20x10	3	0.00157	0.00471
Vigueta 15X15X54	2	0.0121	0.0242
Total (+5% de desperdicio)			0.086

Material a Emplear	
Material	Peso
Agua	16.29
Cemento	37.86
Piedra	97.35
Arena	1.77

%Real De Fino	1.819
---------------	-------

Tabla 32. Dosificación para 240Kg/cm²- 20% vacíos

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.4.4.6 Sexta (HP 240 – 17 CV).

Agregado Fino		U
Absorción	7.83	%
Humedad	7.62	%
Densidad relativa	3.95	
Densidad relativa sss	2.2	
Peso Unitario	1323.21	kg/m3
Modulo de finura	3.14	
Agregado Grueso		U
Absorción	7.37	%
Humedad	7.3	%
Densidad relativa	3.04	
Densidad relativa sss	2.53	
Peso Unitario	1352.08	kg/m3

Material	Peso	Densidad	Volúmen
Agua	168.00	1	168.00
Cemento	390.70	3.15	124.03
Piedra	811.25	2.53	320.65
Aire	---	---	170
TOTAL V.			782.68
VOLUME DE ARENA			217.32
PESO DE ARENA			478.1

Material	Peso	Humedad	Absorción	PROPORCIÓN REAL
		%	%	
Agua	191.91			192.78
Cemento	448.07			448.07
Piedra	1,184.17	7.3	7.37	1183.34
Arena	23.91	7.62	7.83	23.85

Volumen de Hormigón			
Elemento	Cantidad	V (m3)	V T (m3)
Cilindro 30x15	10	0.0053	0.053
Cilindro 20x10	3	0.00157	0.00471
Vigueta 15X15X54	2	0.0121	0.0242
Total (+5% de desperdicio)			0.086

Material a Emplear	
Material	Peso
Agua	16.58
Cemento	38.54
Piedra	101.77
Arena	2.05

f'c =	240
f'r = f'c+84	324
Revenimiento	0
Cantidad de agua	168
a/c	0.43
V. ag. Varillado en seco	0.6
Factor de repartición arena	
Arena	0.05
Agua	0.05
Cemento	0.12
Piedra	0.78

%Real De Fino	2.019
---------------	-------

Tabla 33. Dosificación para 240Kg/cm2- 17% vacíos

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.4.4.7 Séptima (HP 240 (2) – 17 CV).

Agregado Fino		U
Absorción	7,83	%
Humedad	7,62	%
Densidad relativa	3,95	
Densidad relativa sss	2,2	
Peso Unitario	1323,21	kg/m ³
Modulo de finura	3,14	
Agregado Grueso		U
Absorción	7,37	%
Humedad	7,3	%
Densidad relativa	3,04	
Densidad relativa sss	2,53	
Peso Unitario	1352,08	kg/m ³

Material	Peso	Densidad	Volúmen
Agua	168,00	1	168,00
Cemento	390,70	3,15	124,03
Piedra	811,25	2,53	320,65
Aire	---	---	200
TOTAL V.			812,68
VOLUME DE ARENA			187,32
PESO DE ARENA			412,1

f'c =	240
f'r = f'c+84	324
Revenimiento	0
Cantidad de agua	168
a/c	0,43
V. ag. Varillado en seco	0,6

Factor de repartición arena	
Arena	0,05
Agua	0,15
Cemento	0,35
Piedra	0,45

Material	Peso	Humedad		Absorción		PROPORCIÓN REAL
		%	kg	%	kg	
Agua	229,82		74,33		75,07	230,29
Cemento	534,94					534,94
Piedra	996,70	7,3	72,76	7,37	73,46	996,00
Arena	20,61	7,62	1,57	7,83	1,61	20,56
Superplastificante	5,35					5,35

Volumen de Hormigón			
Elemento	Cantidad	V (m3)	V T (m3)
Cilindro 30x15	6	0,0053	0,0318
Cilindro 20x10	2	0,00157	0,00314
Vigueta 15X15X54	1	0,0121	0,0121
Total (+5% de desperdicio)			0,049

Material a Emplear	
Material	Peso
Agua	11,37
Cemento	26,42
Piedra	49,19
Arena	1,02
Aditivo	0,26
%Real De Fino	2,067

Tabla 34 . Dosificación para 240Kg/cm²- 17% vacíos

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.4.5 Elaboración de probetas de hormigón permeable.

Para la elaboración de las probetas se emplean moldes cilíndricos metálicos de 300 x 150 mm y 200 mm x 100 mm los cuales se limpian, engrasan y arman previamente para luego introducir el hormigón manualmente a razón de tres capas iguales, para ser compactadas con una varilla normalizada dando 25 golpes por capa. Se retiran los moldes a las 24 horas.



Figura 4. Probetas de hormigón con diferentes mezclas a ensayar
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.4.5.1 Asentamiento mediante el cono de Abrahams

El ensayo para medir el asentamiento del hormigón fresco fue realizado mediante la NTE INEN 1578. Primero se selecciona la superficie que sirvió de base para el ensayo, con un diámetro mínimo de 800 x 800 mm y 2 mm de espesor, se limpió y se humedece antes de verter el hormigón, el molde metálico troncocónico cuyas dimensiones son 200 mm de diámetro en su base mayor con altura de 300 mm de altura y 100 mm de diámetro en su base menor.

Se coloca la mezcla en el molde, en tres capas, se compacta con una varilla con 25 golpes cada capa y luego se enrazó, antes de dos minutos se levanta verticalmente el cono de forma cuidadosa, se procede a medir el asentamiento.



Figura 5. Asentamiento mediante el cono de Abrahams
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.4.5.2 Curado de las probetas y vigas de hormigón permeable

Luego del desencofrar los especímenes, el curado de las probetas se realizó sumergiendo los mismos en una piscina de curado. El tiempo de curado se extendió hasta que el hormigón alcanzara las edades de 7, 14, y 28 días respectivamente.



Figura 6. Curado de probetas de hormigón permeable
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.4.5.3 Resistencia a la compresión

El ensayo se ejecutó según norma NTE INEN 1573. Para este ensayo se fabricaron 10 probetas cilíndricas de hormigón de 150 x 300 mm para cada dosificación y se realizaron tres roturas para cada uno de los siguientes días de curado: 7, 14, y 28. El ensayo fue realizado en una máquina de compresión hidráulica, que aplica carga continua y sin saltos bruscos, hasta que la probeta se deforme rápidamente antes de la rotura, finalmente se toma el valor máximo de la resistencia y la carga de ruptura.



Figura 7. Rotura de cilindros mediante el uso de la prensa hidráulica
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.4.5.4 Resistencia a la flexión

En este ensayo se procedió al cálculo del módulo de rotura utilizando vigas de hormigón, en las cuales se aplican fuerzas puntuales en los tercios medios hasta que falla. La resistencia a la flexión es entonces calculada dependiendo de en qué sitio a lo largo la probeta ocurre la falla, el módulo de ruptura depende de varios factores, como la potencia de la compactación, las condiciones de curado, la calidad de los materiales, entre otros. Es importante considerar este valor cuando se quiere hacer

un control de calidad, ya que la resistencia a la flexión está entre el 10 y 15% de la resistencia a la compresión.

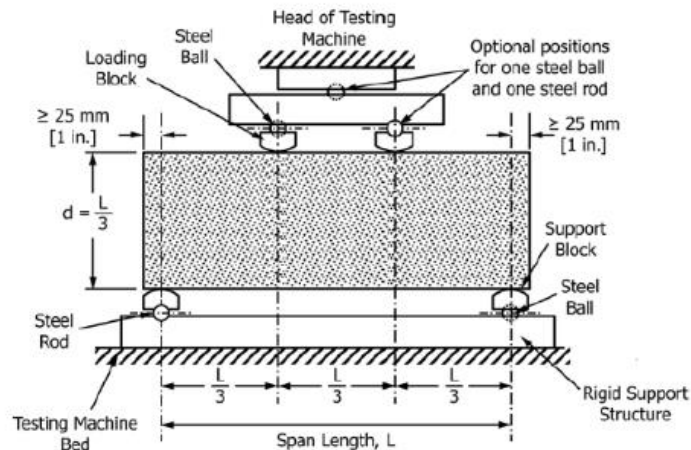


Figura 8. Diagrama prueba NTE INEN 2554

3.4.5.5 Ensayo de permeabilidad.

Este método se realiza según las especificaciones del ACI 522 R, nos muestra cómo realizar un método de permeabilidad que ofrece datos confiables. Debido a la inexistencia de un método normalizado, el laboratorio de materiales no cuenta con una máquina de permeabilidad para hormigón permeable, por lo que hubo la necesidad de construirla. Los materiales necesarios para ello, el método empleado en su uso, la elaboración de las probetas entre otros puntos.

Equipo

EL Permeámetro que se construyó para este trabajo consta de: un tubo PVC de 500 mm de largo con una dimensión 25,4 mm, un tubo de 500 mm con un diámetro de 101,6 mm, una válvula de 25,4 mm conectada debajo para el control de agua a través del espécimen y una tubería vertical para el drenaje del agua. La parte superior del tubo (lado izquierdo) está ubicado a 10 mm por encima del nivel del espécimen para evitar pérdida de agua durante el ensayo. Requerimientos especificados por la normativa ACI 522 R. (ver figura 9)

Procedimiento:

El procedimiento para el uso el permeámetro se detalla a continuación:

- Abrir la válvula de agua e introducir la probeta de hormigón permeable dentro del cilindro de plástico.
- Colocar el otro cilindro de plástico encima y sellarlo para evitar que se filtre el agua.
- Con la ayuda de una agarradera sostener ambos cilindros y colocar agua sobre la muestra hasta que el nivel alcance la parte alta de la tubería de desagüe.
- Cerrar la válvula y colocar agua hasta la primera marca que se encuentra 17 cm sobre la probeta.
- Abrir la válvula y con la ayuda de un cronómetro, tomar el tiempo que le toma al agua llegar al inicio de la probeta.

Fórmula:

$$P = c / t$$

P = permeabilidad de la muestra (cm/s).

C = constante (20 cm).

t = tiempo que tarda el agua en ir de la primera marca a la segunda (s).



Figura 9. Permeámetro para especímenes de hormigón permeable.
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

3.4.5.6 Determinación de densidad y porcentaje de vacíos ASTM c1754

Según nos indica: (ASTM C1754, 2016).

Este ensayo busca determinar la densidad y porcentaje de vacíos del hormigón permeable, en su estado endurecido. Se utilizan las mismas probetas empleadas en el ensayo de permeabilidad. Se toma las dimensiones de las muestras y se determina su volumen, la diferencia entre las masas de la muestra seca y sumergida permite determinar el volumen de sólidos y posteriormente el porcentaje de vacíos.

Equipos

El aparato utilizado en este ensayo consiste de una balanza con suficiente capacidad y precisión de 0.5g, que permita determinar la masa sumergida de la muestra, mediante una canastilla metálica sumergida en un recipiente lo suficientemente grande para ahogar la muestra al pesarla. Además, se necesita de un calibrador, y un horno que permita secar las muestras por los 2 métodos recomendados por la norma.

Procedimiento

Se deben tomar las medidas de la muestra sacando un promedio de su longitud y diámetro con el calibrador. El siguiente paso es secar la muestra, y para ello hay 2 métodos:

Método A: Consiste en secar la muestra a una temperatura de 38 ± 3 °C en el horno y cada 24 ± 1 h tomar la masa de la muestra, repetir el mismo procedimiento hasta que la diferencia de 2 medidas de masa seguidas sea menor al 0.5%. La última medida de masa determinada va a ser grabada como la masa seca "A". Este método puede durar hasta una semana.

Método B: Consiste en secar la muestra a un temperatura de 110 ± 5 °C en el horno durante 24 ± 1 h, dejar que enfríe a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y tomar la masa de la muestra. Meter al

horno la probeta durante 2 horas y nuevamente dejar que se enfríe, tomar la medida de la masa. Repetir el procedimiento hasta que la diferencia de 2 medidas de masa seguidas sea menor al 0.5%.

La última medida de masa determinada va a ser grabada como la masa seca "A". El inconveniente con este método es que a pesar de ser muy rápido, puede dañar la estructura de la muestra por lo que no podrá ser utilizada en ningún otro ensayo posterior.

Una vez determinado la masa seca A, sumergir completamente la muestra en agua en el balde durante 30+/-5min. Golpear ligeramente la probeta 10 veces y girarla cada vez para forzar a que las partículas de aire atrapadas en los espacios vacíos puedan salir.

Determinar la masa sumergida B de la muestra. Como paso final, determinar la temperatura del agua donde la probeta se encuentra sumergida.

$$\text{Densidad} = \frac{K \times A}{D^2 \times L}$$

$$\text{Contenido de vacíos} = \left[1 - \left(\frac{K \times (A - B)}{\rho_w \times D^2 \times L} \right) \right] \times 100$$

- A= Masa en seco del espécimen, (g)
- D= Diámetro promedio del espécimen(mm)
- L= Longitud promedio del espécimen (mm)
- K= Constante de 1'274,240 en unidades SI (mm³.kg)/(m³.g)
- B= Masa sumergida del espécimen, (g)
- ρ_w = Densidad del agua a la temperatura del baño

Resultados

Descripción	Densidad	Cantidad de vacíos
	kg/m ³	%
HP 180 kg/cm ² – 20% CV.	1785,89	21,12
HP 180 kg/cm ² – 17% CV.	1855,86	17,86
HP 210 kg/cm ² – 20% CV.	1795,50	21,88
HP 210 kg/cm ² – 17% CV.	1865,26	17,12
HP 240 kg/cm ² – 20% CV.	1790,64	21,20
HP 240 kg/cm ² – 17% CV.	1869,27	17,14
HP 240 kg/cm ² – 17% CV.	1910,06	15,24

Tabla 35. Determinación de densidad y porcentaje de vacíos

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS AL HORMIGÓN PERMEABLE

4.1 Generalidades

En este capítulo se especifican los resultados obtenidos de los ensayos realizados a las probetas de hormigón permeable resultantes de las 7 dosificaciones establecidas.

Se especifican los resultados de: asentamiento, densidades, cantidad de vacíos y sus respectivas resistencias a la compresión a los 7, 14 y 28 días, a más de la permeabilidad obtenida a los 28 días.

4.2 Resultados y análisis de los ensayos de asentamiento.

Dosificaciones	Densidades (kg/m ³)	Asentamiento (cm)	Cantidad de vacíos %
HP 180 kg/cm ² – 20% CV.	1785,89	0,7	21,12
HP 180 kg/cm ² – 17 % CV.	1855,86	0,6	17,86
HP 210 kg/cm ² – 20% CV.	1795,5	0,6	21,88
HP 210 kg/cm ² – 17% CV.	1865,26	0,5	17,12
HP 240 kg/cm ² – 20% CV.	1790,64	0,65	21,20
HP 240 kg/cm ² – 17% CV.	1869,27	0,60	17,14
HP 240 (2) kg/cm ² – 17% CV.	1910,06	2,00	15,24

Tabla 36. Resultados de asentamiento, densidad y aire incluido de todas las dosificaciones de hormigón

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

En la tabla 36 se pueden observar los resultados de: densidades, asentamientos, y cantidad de vacíos, muestran la trabajabilidad del hormigón y cuán fluido es cada una de las dosificaciones.

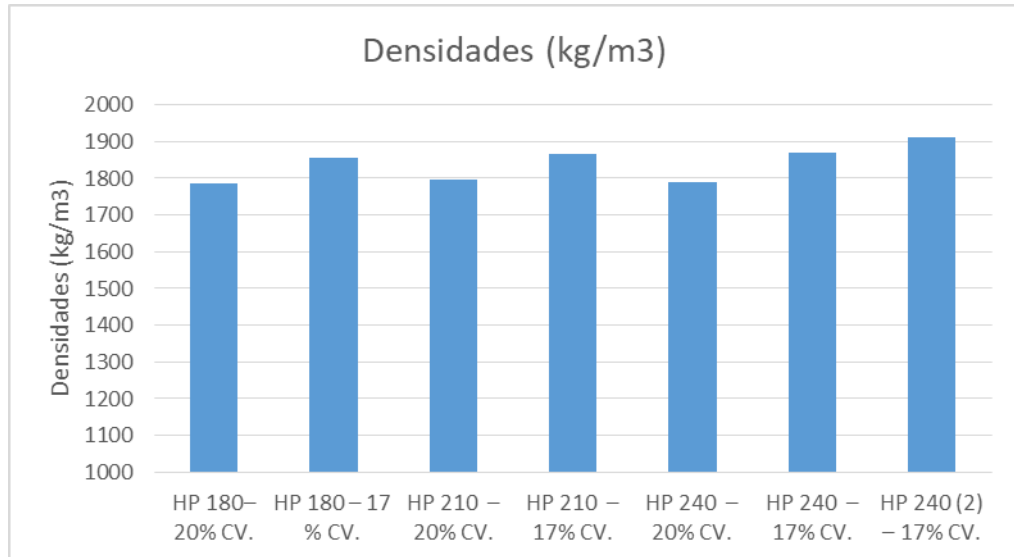


Figura 10. Densidades obtenidas por dosificación
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

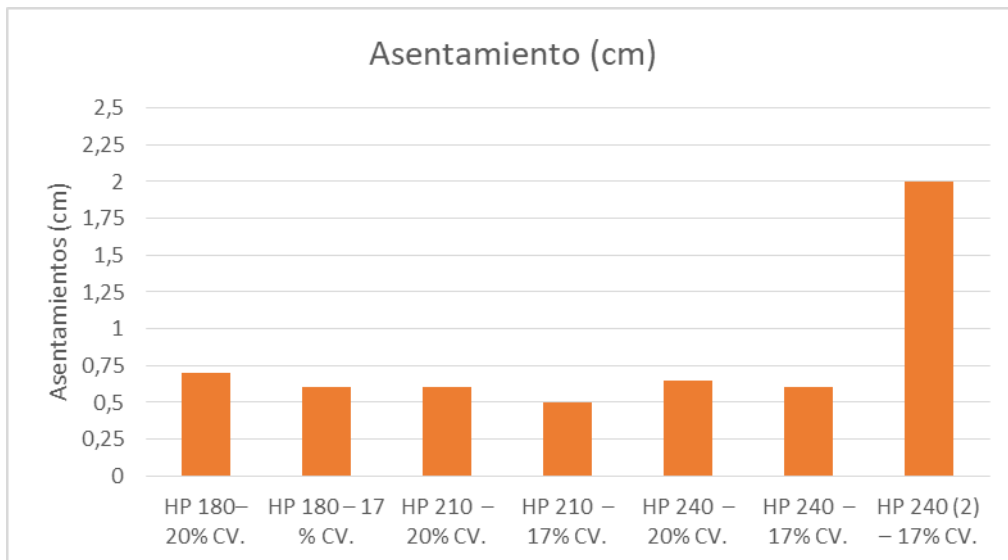


Figura 11. Asentamientos obtenidos por dosificación
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

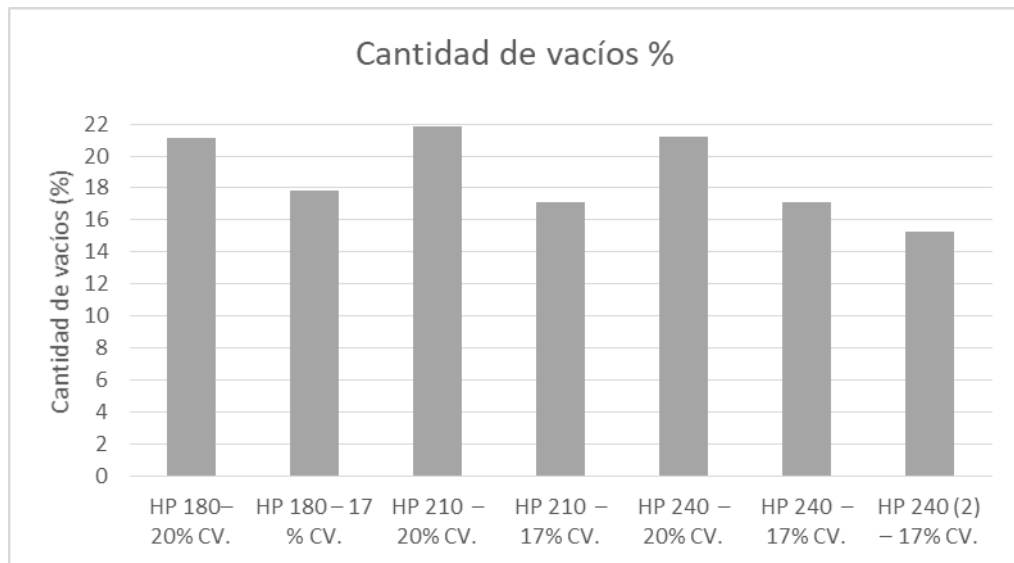


Figura 12. Cantidad de vacíos por dosificación
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

4.3 Resultados y análisis de los ensayos a permeabilidad

Dosificaciones	Permeabilidad (cm/s)
HP 180 kg/cm ² – 20% CV.	0,328
HP 180 kg/cm ² – 17 % CV.	0,294
HP 210 kg/cm ² – 20% CV.	0,278
HP 210 kg/cm ² – 17% CV.	0,256
HP 240 kg/cm ² – 20% CV.	0,240
HP 240 kg/cm ² – 17% CV.	0,21
HP 240 kg/cm ² – 17% CV.	0,16

Tabla 37. Ensayo de permeabilidad por dosificación

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

En la tabla 37 se observan los resultados de permeabilidad que se obtuvieron en los especímenes a los 28 días de edad, la permeabilidad disminuye conforme aumenta la resistencia a la compresión.

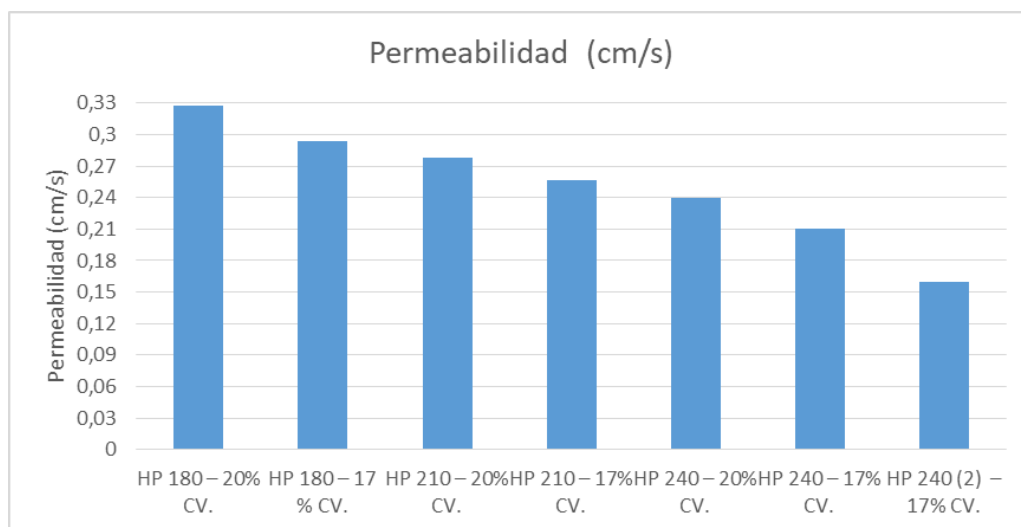


Figura 13. Permeabilidad por dosificación

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

4.4 Resultados y análisis de los ensayos a compresión

Resistencia a compresión

Dosificaciones	7 días		14 días		28 días	
	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
HP 180 kg/cm ² – 20% CV.	73,88	41,04	90,82	50,45	119,55	66,41
HP 180 kg/cm ² – 17 % CV.	79,31	44,06	95,51	54,06	125,30	69,61
HP 210 kg/cm ² – 20% CV.	90,44	43,07	126,04	60,02	138,84	66,11
HP 210 kg/cm ² – 17% CV.	91,28	43,47	127,37	60,65	139,33	66,35
HP 240 kg/cm ² – 20% CV.	117,01	48,75	161,70	67,38	178,14	74,23
HP 240 kg/cm ² – 17% CV.	119,16	49,65	168,44	70,8	179,64	74,85
Eficiencia promedio de la resistencia a los 28 días de las 6 primeras dosificaciones						69,59
HP 240 (2) kg/cm ² – 17% CV.	137,62	57,354	186,42	77,68	202,67	84,45

Tabla 38. Resistencia a la compresión por dosificación

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

En la tabla 36, se puede observar que:

- 1) El porcentaje mayor de resistencia a la compresión a los 28 días tomando en cuenta las 6 primeras dosificaciones fue de 74,85%, ésta se obtuvo con la dosificación HP 240 – 17CV.
- 2) Se obtuvo una eficiencia promedio del 69,59% para las primeras 6 dosificaciones.
- 3) En la dosificación HP 240 (2) – 17% CV se obtuvo un porcentaje de 84,45% de resistencia a la compresión a los 28 días.

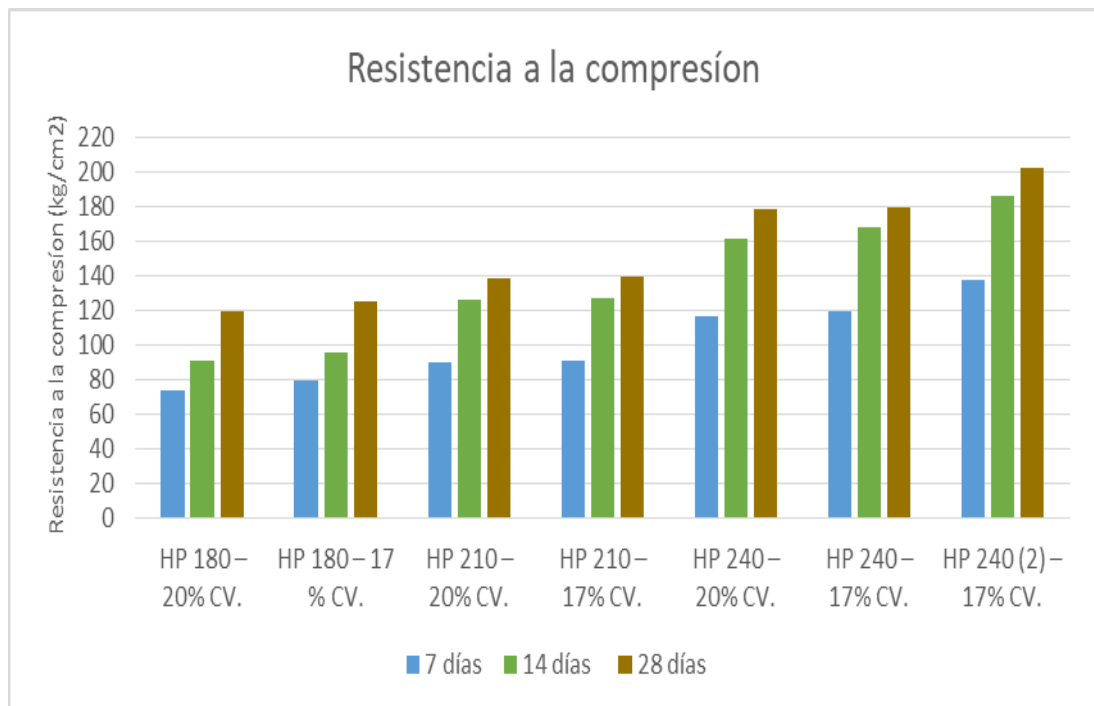


Figura 14. Resistencia a la compresión de las probetas de hormigón permeable

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

4.5 Resultados y análisis de los ensayos a flexión

Dosificaciones	Módulo de Rotura (Mpa)
HP 180 kg/cm ² – 20% CV.	1,586
HP 180 kg/cm ² – 17 % CV.	1,678
HP 210 kg/cm ² – 20% CV.	1,903
HP 210 kg/cm ² – 17% CV.	1,896
HP 240 kg/cm ² – 20% CV.	2,575
HP 240 kg/cm ² – 17% CV.	2,589
HP 240 kg/cm ² – 17% CV.	2,676

Tabla 39. Resistencia a la flexión
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

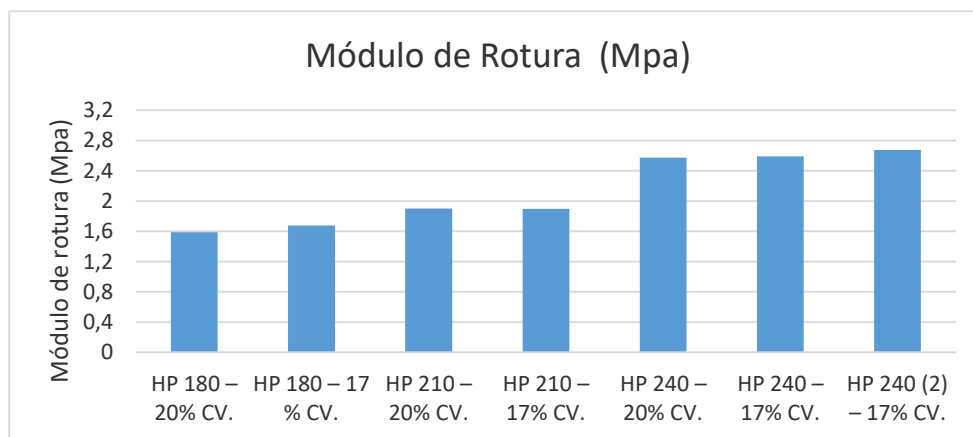


Figura 15. Módulo de rotura por dosificación
Fuente: C Merchán; E. Alejandro

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA CADA UNA DE LAS DOSIFICACIONES

En el actual estudio se consideró la elaboración de los análisis de precios unitarios de la fabricación de un metro cúbico de hormigón permeable.

- Hormigón permeable de 120 kg/cm² con 20% de cantidad de vacíos.
- Hormigón permeable de 125 kg/cm² con 17% de cantidad de vacíos.
- Hormigón permeable de 139 kg/cm² con 20% de cantidad de vacíos.
- Hormigón permeable de 139 kg/cm² con 17% de cantidad de vacíos.
- Hormigón permeable de 178 kg/cm² con 20% de cantidad de vacíos.
- Hormigón permeable de 180 kg/cm² con 17% de cantidad de vacíos.
- Hormigón permeable de 200 kg/cm² con 17% de cantidad de vacíos.

5.1 Hormigón permeable de 120 kg/cm² con 20% de cantidad de vacíos.



 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA		 INGENIERIA CIVIL UPSE		
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO HORMIGÓN PERMEABLE DE 120 kg/cm² y 20% DE CANTIDAD DE VACÍOS				
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.				
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.		TESISTAS: EDER ALEJANDRO QUIMI - CHRISTIAN MERCHÁN REYES.		
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				
RUBRO:	HORMIGÓN PERMEABLE DE 120 kg/cm ² Y 20% DE CANTIDAD DE VACÍOS Resistencia de diseño 180 kg/ mc ²	UNIDAD	m ³	
		RENDIMIENTO:	0,57	
1. MAQUINARIAS Y EQUIPOS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C= AxB	D= CxR
CONCRETERA (1 SACO)	1	4,38	4,38	2,50
HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)				1,24
				3,74
2. MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C= AxB	D= CxR
PEÓN	7	3,58	25,06	14,28
ALBAÑIL	4	3,62	14,48	8,25
MAESTRO	1	4,01	4,01	2,29
				24,82
3. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C= AxB
CEMENTO	SACO	7,17	7,80	55,93
ARENA (DE RÍO)	m ³	0,02	16,00	0,32
CANTO RODADO	m ³	0,88	18,00	15,84
AGUA	m ³	0,19	1,00	0,19
				72,28
4. TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C= AxB
			COSTO DIRECTO	100,84
			COSTO INDIRECTO(20%)	20,17
			COSTO TOTAL (DÓLARES)	121,00
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.			

Tabla 40. Análisis de precio unitario de hormigón permeable de 120 kg/cm² con 20% de cantidad de vacíos.

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

5.2 Hormigón permeable de 125 kg/cm² con 17% de cantidad de vacíos.



 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA		 INGENIERIA CIVIL		
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO HORMIGÓN PERMEABLE DE 125 kg/cm² y 17% DE CANTIDAD DE VACÍOS				
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.				
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.		TESISTAS: EDER ALEJANDRO QUIMÍ - CHRISTIAN MERCHÁN REYES.		
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				
RUBRO:	HORMIGÓN PERMEABLE DE 125 kg/cm ² Y 17% DE CANTIDAD DE VACÍOS Resistencia de diseño 180 kg/cm ²	UNIDAD	m ³	
		RENDIMIENTO:	0,57	
1. MAQUINARIAS Y EQUIPOS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C= AxB	D= CxR
CONCRETERA (1 SACO)	1	4,38	4,38	2,50
HERRAMIENTAS MENOSRES (5% MO)				1,24
				3,74
2. MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C= AxB	D= CxR
PEÓN	7	3,58	25,06	14,28
ALBAÑIL	4	3,62	14,48	8,25
MAESTRO	1	4,01	4,01	2,29
				24,82
3. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C= AxB
CEMENTO	SACO	7,29	7,80	56,86
ARENA (DE RIO)	m ³	0,02	16,00	0,32
CANTO RODADO	m ³	0,92	18,00	16,56
AGUA	m ³	0,20	1,00	0,20
				73,94
4. TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C= AxB
			COSTO DIRECTO	102,50
			COSTO INDIRECTO(20%)	20,50
			COSTO TOTAL (DÓLARES)	123,00
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.			

Tabla 41. Análisis de precio unitario de hormigón permeable de 125 kg/cm² con 17% de cantidad de vacíos.

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

5.3 Hormigón permeable de 139 kg/cm² con 20% de cantidad de vacíos.

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA				
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO HORMIGÓN PERMEABLE DE 2139 kg/cm² y 20% DE CANTIDAD DE VACÍOS				
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.				
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO QUIMÍ - CHRISTIAN MERCHÁN REYES.			
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				
RUBRO: HORMIGÓN PERMEABLE DE 139 kg/cm ² Y 20% DE CANTIDAD DE VACÍOS Resistencia de diseño 210 kg/cm ²	UNIDAD m ³ RENDIMIENTO: 0,57			
1. MAQUINARIAS Y EQUIPOS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C= AxB	D= CxR
CONCRETERA (1 SACO)	1	4,38	4,38	2,50
HERRAMIENTAS MENOSRES (5%MO)				1,24
				3,74
2. MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C= AxB	D= CxR
PEÓN	7	3,58	25,06	14,28
ALBAÑIL	4	3,62	14,48	8,25
MAESTRO	1	4,01	4,01	2,29
				24,82
3. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C= AxB
CEMENTO	SACO	8,25	7,80	64,35
ARENA (DE RIO)	m ³	0,02	16,00	0,32
CANTO RODADO	m ³	0,85	18,00	15,30
AGUA	m ³	0,19	1,00	0,19
				80,16
4. TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C= AxB
			COSTO DIRECTO	108,72
			COSTO INDIRECTO(20%)	21,74
			COSTO TOTAL (DÓLARES)	130,47
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.			

Tabla 42. Análisis de precio unitario de hormigón permeable de 139 kg/cm² con 20% de cantidad de vacíos.

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

5.4 Hormigón permeable de 139 kg/cm² con 17% de cantidad de vacíos.



 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA		 INGENIERIA CIVIL UPSE		
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO HORMIGÓN PERMEABLE DE 139 kg/cm² y 17% DE CANTIDAD DE VACÍOS				
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.				
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.		TESISTAS: EDER ALEJANDRO QUIMÍ - CHRISTIAN MERCHÁN REYES.		
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				
RUBRO:	HORMIGÓN PERMEABLE DE 139 kg/cm ² Y 17% DE CANTIDAD DE VACÍOS Resistencia de diseño 210 kg/cm ²	UNIDAD	m ³	
		RENDIMIENTO	0,57	
1. MAQUINARIAS Y EQUIPOS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C= AxB	D= CxR
CONCRETERA (1 SACO)	1	4,38	4,38	2,50
HERRAMIENTAS MENOSRES (5% MO)				1,24
				3,74
2. MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C= AxB	D= CxR
PEÓN	7	3,58	25,06	14,28
ALBAÑIL	4	3,62	14,48	8,25
MAESTRO	1	4,01	4,01	2,29
				24,82
3. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C= AxB
CEMENTO	SACO	8,40	7,80	65,52
ARENA (DE RIO)	m ³	0,02	16,00	0,32
CANTO RODADO	m ³	0,89	18,00	16,02
AGUA	m ³	0,19	1,00	0,19
				82,05
4. TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C= AxB
COSTO DIRECTO				110,61
COSTO INDIRECTO(20%)				22,12
COSTO TOTAL (DÓLARES)				132,73
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.			

Tabla 43. Análisis de precio unitario de hormigón permeable de 139 kg/cm² con 20% de cantidad de vacíos.

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

5.5 Hormigón permeable de 178 kg/cm² con 20% de cantidad de vacíos.



 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA 																																		
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO HORMIGÓN PERMEABLE DE 178 kg/cm² y 20% DE CANTIDAD DE VACÍOS																																		
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																																		
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO QUIMÍ - CHRISTIAN MERCHÁN REYES.																																	
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO																																		
RUBRO: HORMIGÓN PERMEABLE DE 178kg/cm ² Y 20% DE CANTIDAD DE VACÍOS Resistencia de diseño 240 kg/cm ²	UNIDAD m³ RENDIMIENCT 0,57																																	
1.MAQUINARIAS Y EQUIPOS																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">DESCRIPCIÓN</th> <th>CANTIDAD</th> <th>TARIFA</th> <th>COSTOS HORARIO</th> <th>COSTOS UNITARIOS</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C= AxB</th> <th>D= CxR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CONCRETERA (1 SACO)</td> <td>1</td> <td>4,38</td> <td>4,38</td> <td>2,50</td> </tr> <tr> <td>HERRAMIENTAS MENOSRES (5% MO)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1,24</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3,74</td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS	A	B	C= AxB	D= CxR	CONCRETERA (1 SACO)	1	4,38	4,38	2,50	HERRAMIENTAS MENOSRES (5% MO)				1,24					3,74										
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS																													
	A	B	C= AxB	D= CxR																														
CONCRETERA (1 SACO)	1	4,38	4,38	2,50																														
HERRAMIENTAS MENOSRES (5% MO)				1,24																														
				3,74																														
2.MANO DE OBRA																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">DESCRIPCIÓN</th> <th>CANTIDAD</th> <th>TARIFA</th> <th>COSTOS HORARIO</th> <th>COSTOS UNITARIOS</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C= AxB</th> <th>D= CxR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PEÓN</td> <td>7</td> <td>3,58</td> <td>25,06</td> <td>14,28</td> </tr> <tr> <td>ALBAÑIL</td> <td>4</td> <td>3,62</td> <td>14,48</td> <td>8,25</td> </tr> <tr> <td>MAESTRO</td> <td>1</td> <td>4,01</td> <td>4,01</td> <td>2,29</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>24,82</td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS	A	B	C= AxB	D= CxR	PEÓN	7	3,58	25,06	14,28	ALBAÑIL	4	3,62	14,48	8,25	MAESTRO	1	4,01	4,01	2,29					24,82					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS																													
	A	B	C= AxB	D= CxR																														
PEÓN	7	3,58	25,06	14,28																														
ALBAÑIL	4	3,62	14,48	8,25																														
MAESTRO	1	4,01	4,01	2,29																														
				24,82																														
3.MATERIALES																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">DESCRIPCIÓN</th> <th rowspan="2">UNIDAD</th> <th>CANTIDAD</th> <th>PRECIO UNITARIO</th> <th>COSTO</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C= AxB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>SACO</td> <td>8,80</td> <td>7,80</td> <td>68,64</td> </tr> <tr> <td>ARENA (DE RIO)</td> <td>m³</td> <td>0,02</td> <td>16,00</td> <td>0,32</td> </tr> <tr> <td>CANTO RODADO</td> <td>m³</td> <td>0,84</td> <td>18,00</td> <td>15,12</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>m³</td> <td>0,19</td> <td>1,00</td> <td>0,19</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>84,27</td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	A	B	C= AxB	CEMENTO	SACO	8,80	7,80	68,64	ARENA (DE RIO)	m ³	0,02	16,00	0,32	CANTO RODADO	m ³	0,84	18,00	15,12	AGUA	m ³	0,19	1,00	0,19					84,27	
DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO																												
	A	B		C= AxB																														
CEMENTO	SACO	8,80	7,80	68,64																														
ARENA (DE RIO)	m ³	0,02	16,00	0,32																														
CANTO RODADO	m ³	0,84	18,00	15,12																														
AGUA	m ³	0,19	1,00	0,19																														
				84,27																														
4.TRANSPORTE																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">DESCRIPCIÓN</th> <th rowspan="2">UNIDAD</th> <th>CANTIDAD</th> <th>PRECIO UNITARIO</th> <th>COSTO</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C= AxB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: right;">COSTO DIRECTO</td> <td>112,83</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: right;">COSTO INDIRECTO(20%)</td> <td>22,57</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: right;">COSTO TOTAL (DÓLARES)</td> <td>135,40</td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	A	B	C= AxB						COSTO DIRECTO				112,83	COSTO INDIRECTO(20%)				22,57	COSTO TOTAL (DÓLARES)				135,40						
DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO																												
	A	B		C= AxB																														
COSTO DIRECTO				112,83																														
COSTO INDIRECTO(20%)				22,57																														
COSTO TOTAL (DÓLARES)				135,40																														
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																																	

Tabla 44. Análisis de precio unitario de hormigón permeable de 178 kg/cm² con 20% de cantidad de vacíos.

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

5.6 Hormigón permeable de 180 kg/cm² con 17% de cantidad de vacíos.



 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA		 INGENIERIA CIVIL UPSE		
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO HORMIGÓN PERMEABLE DE 180 kg/cm² y 17% DE CANTIDAD DE VACÍOS				
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.				
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.		TESISTAS: EDER ALEJANDRO QUIMÍ - CHRISTIAN MERCHÁN REYES.		
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				
RUBRO:	HORMIGÓN PERMEABLE DE 180 kg/cm ² Y 17% DE CANTIDAD DE VACÍOS Resistencia de diseño 240 kg/cm ²	UNIDAD	m ³	
		RENDIMIENTO:	0,57	
1. MAQUINARIAS Y EQUIPOS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C= AxB	D= CxR
CONCRETERA (1 SACO)	1	4,38	4,38	2,50
HERRAMIENTAS MENOSRES (5% MO)				1,24
				3,74
2. MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO	COSTOS UNITARIOS
	A	B	C= AxB	D= CxR
PEÓN	7	3,58	25,06	14,28
ALBAÑIL	4	3,62	14,48	8,25
MAESTRO	1	4,01	4,01	2,29
				24,82
3. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C= AxB
CEMENTO	SACO	8,96	7,80	69,89
ARENA (DE RIO)	m ³	0,02	16,00	0,32
CANTO RODADO	m ³	0,88	18,00	15,84
AGUA	m ³	0,19	1,00	0,19
				86,24
4. TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C= AxB
			COSTO DIRECTO	114,80
			COSTO INDIRECTO(20%)	22,96
			COSTO TOTAL (DÓLARES)	137,76
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.			

Tabla 45. Análisis de precio unitario de hormigón permeable de 180 kg/cm² con 17% de cantidad de vacíos.

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

5.7 Hormigón permeable de 200 kg/cm² con 17% de cantidad de vacíos.



 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA		 INGENIERIA CIVIL UPSE	
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO HORMIGÓN PERMEABLE DE 200 kg/cm ² y 17% DE CANTIDAD DE VACÍOS			
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.			
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.		TESISTAS: EDER ALEJANDRO QUIMÍ - CHRISTIAN MERCHÁN REYES.	
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO			
RUBRO:	HORMIGÓN PERMEABLE DE 200 kg/cm ² Y 17% DE CANTIDAD DE VACÍOS Resistencia de diseño 240 kg/cm ²	UNIDAD	m ³
		RENDIMIENTO:	0,62
1. MAQUINARIAS Y EQUIPOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO
	A	B	C= AxB
CONCRETERA (1 SACO)	1	4,38	4,38
HERRAMIENTAS MENOSRES (5% MO)			1,35
			4,07
2. MANO DE OBRA			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTOS HORARIO
	A	B	C= AxB
PEÓN	7	3,58	25,06
ALBAÑIL	4	3,62	14,48
MAESTRO	1	4,01	4,01
			27,00
3. MATERIALES			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO
		A	B
CEMENTO	SACO	10,70	7,80
ARENA (DE RIO)	m ³	0,02	16,00
CANTO RODADO	m ³	0,74	18,00
AGUA	m ³	0,23	1,00
SUPERPLASTIFICANTE	kg	5,35	1,80
			106,96
4. TRANSPORTE			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO
		A	B
			C= AxB
			COSTO DIRECTO
			138,03
			COSTO INDIRECTO(20%)
			27,61
			COSTO TOTAL (DÓLARES)
			165,63
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.		

Tabla 46. Análisis de precio unitario de hormigón permeable de 200 kg/cm² con 17% de cantidad de vacíos.

Fuente: C Merchán; E. Alejandro

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- El canto rodado del río “Manantial de Guangala” es un material apto para ser utilizado en la elaboración de un hormigón permeable, cumple los requerimientos establecidos por las normas INEN.
- Se realizaron 7 diferentes diseños de mezclas de hormigón permeable incluida la dosificación “HP 240 (2) – 17 CV” utilizando como referencia el método ACI 211.1, las resistencias a la compresión obtenidas a los 28 días para cada una de las dosificaciones respectivas fueron: 120, 125, 139, 139, 178, 180 y 203 kg/cm². (ver tabla 30).
- Para obtener en el hormigón permeable una determinada resistencia a la compresión específica se debe incrementar la resistencia a la compresión requerida en un 30 a 35% de acuerdo a la metodología ACI 211.1 conservando en la dosificación de arena solo el 5% de agregado fino y distribuyendo el peso restante en los demás materiales.
- El mayor valor de permeabilidad: 0,382 cm/s (ver tabla 31), se obtuvo en los especímenes obtenidos de la primera dosificación “HP 180 – 20 CV” que tiene una resistencia a la compresión de 120 kg/cm².
- La permeabilidad es directamente proporcional a la cantidad de vacíos que conforman el hormigón permeable e inversamente proporcional a la resistencia a la compresión.

6.2 Recomendaciones

- Se debe verificar que la pasta de cemento cubra cada una de las partículas del agregado grueso, de no ser así, se recomienda mezclar un poco más la muestra hasta lograr dicha condición.
- Una vez elaborada la mezcla, se recomienda colocarla en los moldes cilíndricos lo más pronto posible, de esta manera se reducirán las dificultades provocadas por la trabajabilidad de la mezcla.
- Una vez que el espécimen se encuentre dentro del permeámetro se debe constatar que éste no tenga ningún tipo de deslizamiento antes de realizar el ensayo de permeabilidad.
- Para el desarrollo de futuras investigaciones se recomienda el uso de diferentes aditivos en las dosificaciones, estos pueden ser superplastificantes o reductores de agua y acelerantes, esto para lograr un aumento en la resistencia a la compresión y la mejorar la trabajabilidad de la mezcla.

BIBLIOGRAFÍA

- American Concrete Institute Committee 522. (2010). *Report on Pervious Concrete. En ASTM Standards*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE (Pontificia Universidad Católica del Ecuador).
- Aoki Y. (2009). *Development of Pervious Concrete*. Sydney: University of Technology.
- ASTM C1754, N. 4. (2016). *Método de ensayo. Determinación de la densidad y contenido de aire en el concreto permeable endurecido*. GUATEMALA.
- Barriga, P. P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. Arequipa.
- CONCRETO, I. E. (2007). *El manual de pepe el hormigón*. ECUADOR.
- Holcim, S.A. (2015). *Holcim*. Obtenido de https://www.portaldirecta.com/portaldirecta/ec/CEMENTO_GU_G.pdf
- Hormigón Express (s.f.). (13 de MAYO de 2105). *Hormigón Ecológico*. Obtenido de https://www.hormigonexpress.com/hormigon_ecologico.php
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. (2010). *Construcción y tecnología en concreto*. Obtenido de <http://www.imcyc.com/revistacyt/jun11/arttecnologia.htm>

- LOPEZ P.E. (2010). *Control de Calidad y Colocación de Concreto Permeable*. Mexico D.F.
- NET INEN 697. (2010). *ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DEL MATERIAL MAS FINO QUE PASA EL TAMIZ CON ABERTURAS DE 75 mm (No. 200), MEDIANTE LAVADO*. QUITO-ECUADOR.
- NEVILLE, A. M. (1988). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO* . Limusa.
- NTE INEN 696. (2011). *ÁRIDOS. ANÁLISIS GRANULOMETRICO EN LOS ÁRIDOS*. QUITO-ECUADOR.
- NTE INEN 698. (2010). *ÁRIDOS PARA HORMIGÓN. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENUZARLES*. QUITO-ECUADOR.
- NTE INEN 856. (2010). *ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO FINO. .* QUITO-ECUADOR.
- NTE INEN 857. (2011). *ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO GRUESO. .* QUITO-ECUADOR .
- NTE INEN 858. (2011). *ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA (PESO VOLUMÉTRICO) Y EL PORCENTAJE DE VACÍOS*. QUITO ECUADOR.
- NTE INEN 860. (2011). *Áridos. Determinación del valor de la degradacion del árido grueso de partículas menores a 37,5 mm mediante el uso de la maquina de los Ángeles .* QUITO-ECUADOR .
- NTE INEN 862. (2011). *ÁRIDOS PARA HORMIGÓN. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO TOTAL DE HUMEDAD*. QUITO-ECUADOR.



NTE INEN 863. (2011). *ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA SOLIDEZ DE LOS ÁRIDOS MEDIANTE EL USO DE SULFATO DE SODIO O DE SULFATO DE MAGNESIO. . QUITO-ECUADOR.*

NTE INEN 864. (1983). *Arido fino para hormigón del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación. QUITO-ECUADOR .*



OCHOA E. (2019). *PROPUESTA PARA EL ALMACENAMIENTO Y RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA EN ZONAS URBANAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN HORMIGÓN POROSO. MACHALA - ECUADOR .*

ANEXOS



Anexo 1. Determinación de peso volumétrico de agregado grueso

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA																																															
PESO VOLUMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (NTE INEN 858)																																															
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																																															
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.			TESISTAS: EDER ALEJANDRO QUIMÍ - CHRISTIAN MERCHÁN REYES.																																												
CANTERA: RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA".			FECHA DE ENSAYO: ABRIL, 2019.																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PESO VOLUMÉTRICO SUELTO</th> <th>UNIDAD</th> <th>MUESTRA 1</th> <th>MUESTRA 2</th> <th>MUESTRA 3</th> <th>MUESTRA 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</td> <td>m³</td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> </tr> <tr> <td>PESO SUELTO + RECIPIENTE</td> <td>kg</td> <td>23,56</td> <td>23,8</td> <td>23,84</td> <td>23,46</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL RECIPIENTE</td> <td>kg</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> </tr> <tr> <td>PESO SUELTO</td> <td>kg</td> <td>12,64</td> <td>12,88</td> <td>12,92</td> <td>12,54</td> </tr> <tr> <td>PESO VOLUMÉTRICO SUELTO</td> <td>kg/m³</td> <td>1298,16</td> <td>1322,81</td> <td>1326,91</td> <td>1287,89</td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO</td> <td>kg/m³</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">1308,94</td> </tr> </tbody> </table>						PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m ³	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876	PESO SUELTO + RECIPIENTE	kg	23,56	23,8	23,84	23,46	PESO DEL RECIPIENTE	kg	10,92	10,92	10,92	10,92	PESO SUELTO	kg	12,64	12,88	12,92	12,54	PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	kg/m ³	1298,16	1322,81	1326,91	1287,89	PROMEDIO	kg/m ³	1308,94			
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4																																										
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m ³	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876																																										
PESO SUELTO + RECIPIENTE	kg	23,56	23,8	23,84	23,46																																										
PESO DEL RECIPIENTE	kg	10,92	10,92	10,92	10,92																																										
PESO SUELTO	kg	12,64	12,88	12,92	12,54																																										
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	kg/m ³	1298,16	1322,81	1326,91	1287,89																																										
PROMEDIO	kg/m ³	1308,94																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO</th> <th>UNIDAD</th> <th>MUESTRA 1</th> <th>MUESTRA 2</th> <th>MUESTRA 3</th> <th>MUESTRA 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</td> <td>m³</td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> <td>0,009736876</td> </tr> <tr> <td>PESO VARILLADO + RECIPIENTE</td> <td>kg</td> <td>24,26</td> <td>23,96</td> <td>24,05</td> <td>24,07</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL RECIPIENTE</td> <td>kg</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> <td>10,92</td> </tr> <tr> <td>PESO VARILLADO</td> <td>kg</td> <td>13,34</td> <td>13,04</td> <td>13,13</td> <td>13,15</td> </tr> <tr> <td>PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO</td> <td>kg/m³</td> <td>1370,05</td> <td>1339,24</td> <td>1348,48</td> <td>1350,54</td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO</td> <td>kg/m³</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">1352,08</td> </tr> </tbody> </table>						PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m ³	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876	PESO VARILLADO + RECIPIENTE	kg	24,26	23,96	24,05	24,07	PESO DEL RECIPIENTE	kg	10,92	10,92	10,92	10,92	PESO VARILLADO	kg	13,34	13,04	13,13	13,15	PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO	kg/m ³	1370,05	1339,24	1348,48	1350,54	PROMEDIO	kg/m ³	1352,08			
PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4																																										
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m ³	0,009736876	0,009736876	0,009736876	0,009736876																																										
PESO VARILLADO + RECIPIENTE	kg	24,26	23,96	24,05	24,07																																										
PESO DEL RECIPIENTE	kg	10,92	10,92	10,92	10,92																																										
PESO VARILLADO	kg	13,34	13,04	13,13	13,15																																										
PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO	kg/m ³	1370,05	1339,24	1348,48	1350,54																																										
PROMEDIO	kg/m ³	1352,08																																													
REVISADO POR:		ING. RAÚL VILLAO VERA.																																													



Anexo 2. Determinación de peso volumétrico de agregado fino

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA 																																											
PESO VOLUMETRICO DE AGREGADO FINO (NTE INEN 858)																																											
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																																											
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO QUIMÍ - CHRISTIAN MERCHÁN REYES.																																										
CANTERA: RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA".	FECHA DE ENSAYO: ABRIL, 2019.																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #d9e1f2;">PESO VOLUMÉTRICO SUELTO</th> <th style="background-color: #d9e1f2;">UNIDAD</th> <th style="background-color: #d9e1f2;">MUESTRA 1</th> <th style="background-color: #d9e1f2;">MUESTRA 2</th> <th style="background-color: #d9e1f2;">MUESTRA 3</th> <th style="background-color: #d9e1f2;">MUESTRA 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOLUMEN DEL RECIPIENTE</td> <td>m³</td> <td style="text-align: center;">0,0028</td> <td style="text-align: center;">0,0028</td> <td style="text-align: center;">0,0028</td> <td style="text-align: center;">0,0028</td> </tr> <tr> <td>PESO SUELTO + RECIPIENTE</td> <td>kg</td> <td style="text-align: center;">8,12</td> <td style="text-align: center;">8,12</td> <td style="text-align: center;">8,12</td> <td style="text-align: center;">8,14</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL RECIPIENTE</td> <td>kg</td> <td style="text-align: center;">4,42</td> <td style="text-align: center;">4,42</td> <td style="text-align: center;">4,42</td> <td style="text-align: center;">4,42</td> </tr> <tr> <td>PESO SUELTO</td> <td>kg</td> <td style="text-align: center;">3,7</td> <td style="text-align: center;">3,7</td> <td style="text-align: center;">3,7</td> <td style="text-align: center;">3,72</td> </tr> <tr> <td>PESO VOLUMÉTRICO SUELTO</td> <td>kg/m³</td> <td style="text-align: center;">1321,43</td> <td style="text-align: center;">1321,43</td> <td style="text-align: center;">1321,43</td> <td style="text-align: center;">1328,57</td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO</td> <td>kg/m³</td> <td colspan="4" style="text-align: center; background-color: #0056b3; color: white;">1323,21</td> </tr> </tbody> </table>		PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m ³	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	PESO SUELTO + RECIPIENTE	kg	8,12	8,12	8,12	8,14	PESO DEL RECIPIENTE	kg	4,42	4,42	4,42	4,42	PESO SUELTO	kg	3,7	3,7	3,7	3,72	PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	kg/m ³	1321,43	1321,43	1321,43	1328,57	PROMEDIO	kg/m ³	1323,21			
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4																																						
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	m ³	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028																																						
PESO SUELTO + RECIPIENTE	kg	8,12	8,12	8,12	8,14																																						
PESO DEL RECIPIENTE	kg	4,42	4,42	4,42	4,42																																						
PESO SUELTO	kg	3,7	3,7	3,7	3,72																																						
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO	kg/m ³	1321,43	1321,43	1321,43	1328,57																																						
PROMEDIO	kg/m ³	1323,21																																									
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																																										



Anexo 3. Determinación de la gravedad específica y el porcentaje de absorción del agregado grueso.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA																														
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y EL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTE INEN 857)																															
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																															
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO QUIMÍ - CHRISTIAN MERCHÁN REYES.																														
CANTERA: RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA".	FECHA DE ENSAYO: MAYO, 2019.																														
<p>Nomenclatura:</p> <p>G_{sb} Gravedad Especifica Seca Bulk o Gravedad Especifica Neta del Agregado.</p> <p>G_{sssb} Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca Bulk.</p> <p>G_{sa} Gravedad Especifica Seca Aparente.</p> <p>$\% Abs$ Porcentaje de Absorción</p> <p>A Peso en Aire del Agregado Secado al Horno.</p> <p>B Peso en Aire del Agregado Saturado Superficialmente Seco.</p> <p>C Peso en Aire del Agregado Saturado Superficialmente Seco Sumergido en Agua.</p>																															
<p>Datos:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Muestra 1</th> <th style="width: 33%;">Muestra 2</th> <th style="width: 33%;">Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A = 2803</td> <td>A = 2785</td> <td>A = 2794</td> </tr> <tr> <td>B = 3000</td> <td>B = 3000</td> <td>B = 3000</td> </tr> <tr> <td>C = 1830</td> <td>C = 1799</td> <td>C = 1808</td> </tr> </tbody> </table>			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	A = 2803	A = 2785	A = 2794	B = 3000	B = 3000	B = 3000	C = 1830	C = 1799	C = 1808																	
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																													
A = 2803	A = 2785	A = 2794																													
B = 3000	B = 3000	B = 3000																													
C = 1830	C = 1799	C = 1808																													
<p>Calculos:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Fórmulas</th> <th colspan="4">Resultados</th> </tr> <tr> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$G_{sb} = \frac{A}{B - C}$</td> <td>2,396</td> <td>2,319</td> <td>2,344</td> <td>2,353</td> </tr> <tr> <td>$G_{sssb} = \frac{B}{B - C}$</td> <td>2,564</td> <td>2,498</td> <td>2,517</td> <td>2,526</td> </tr> <tr> <td>$G_{sa} = \frac{A}{A - C}$</td> <td>2,881</td> <td>2,825</td> <td>2,834</td> <td>2,846</td> </tr> <tr> <td>$\% Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$</td> <td>7,028</td> <td>7,720</td> <td>7,373</td> <td>7,374</td> </tr> </tbody> </table>			Fórmulas	Resultados				Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio	$G_{sb} = \frac{A}{B - C}$	2,396	2,319	2,344	2,353	$G_{sssb} = \frac{B}{B - C}$	2,564	2,498	2,517	2,526	$G_{sa} = \frac{A}{A - C}$	2,881	2,825	2,834	2,846	$\% Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$	7,028	7,720	7,373	7,374
Fórmulas	Resultados																														
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio																											
$G_{sb} = \frac{A}{B - C}$	2,396	2,319	2,344	2,353																											
$G_{sssb} = \frac{B}{B - C}$	2,564	2,498	2,517	2,526																											
$G_{sa} = \frac{A}{A - C}$	2,881	2,825	2,834	2,846																											
$\% Abs = \frac{B - A}{A} \times 100$	7,028	7,720	7,373	7,374																											
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																														



Anexo 4. Determinación de la gravedad específica y el porcentaje de absorción del agregado fino.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																														
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y EL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTE INEN 856)																															
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																															
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO QUIMÍ - CHRISTIAN MERCHÁN REYES.																														
CANTERA: RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA".	FECHA DE ENSAYO: MAYO, 2019.																														
Nomenclatura: <p> G_{sb} Gravedad Especifica Seca Bulk o Gravedad Especifica Neta del Agregado. G_{sssb} Gravedad Especifica Saturada Superficialmente Seca Bulk. G_{sa} Gravedad Especifica Seca Aparente. $\% Abs$ Porcentaje de Absorción A Masa en el aire de la muestra secada al horno (g). S1 Masa de la muestra en estado saturado superficialmente seca en el frasco Le Chatelier (g). S Masa del material en estado saturado superficialmente seco para determinar la densidad relativa o la absorción (g). R1 Lectura inicial del nivel de agua en el frasco Le Chatelier (ml). R2 Lectura final del nivel de agua en el frasco Le Chatelier (ml). </p>																															
Datos: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Muestra 1</th> <th style="width: 33%;">Muestra 2</th> <th style="width: 33%;">Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A = 464,4</td> <td>A = 463,8</td> <td>A = 462,9</td> </tr> <tr> <td>S1 = 500</td> <td>S1 = 500</td> <td>S1 = 500</td> </tr> <tr> <td>S = 500</td> <td>S = 500</td> <td>S = 500</td> </tr> <tr> <td>R1 = 200</td> <td>R1 = 200</td> <td>R1 = 200</td> </tr> <tr> <td>R2 = 427</td> <td>R2 = 428</td> <td>R2 = 428</td> </tr> </tbody> </table>			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	A = 464,4	A = 463,8	A = 462,9	S1 = 500	S1 = 500	S1 = 500	S = 500	S = 500	S = 500	R1 = 200	R1 = 200	R1 = 200	R2 = 427	R2 = 428	R2 = 428											
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																													
A = 464,4	A = 463,8	A = 462,9																													
S1 = 500	S1 = 500	S1 = 500																													
S = 500	S = 500	S = 500																													
R1 = 200	R1 = 200	R1 = 200																													
R2 = 427	R2 = 428	R2 = 428																													
Calculos: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Fórmulas</th> <th colspan="4">Resultados</th> </tr> <tr> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$G_{sb} = \frac{S1 \left(\frac{A}{S}\right)}{0,9975(R2 - R1)}$</td> <td>2,051</td> <td>2,039</td> <td>2,035</td> <td>2,042</td> </tr> <tr> <td>$G_{sssb} = \frac{S1}{0,9975(R2 - R1)}$</td> <td>2,208</td> <td>2,198</td> <td>2,198</td> <td>2,202</td> </tr> <tr> <td>$G_{sa} = \frac{S1 \left(\frac{A}{S}\right)}{0,9975(R2 - R1) - \left[\left(\frac{S1}{S}\right)(S - A)\right]}$</td> <td>2,434</td> <td>2,425</td> <td>2,432</td> <td>2,430</td> </tr> <tr> <td>$\% Abs = \frac{S - A}{A} \times 100$</td> <td>7,666</td> <td>7,805</td> <td>8,015</td> <td>7,829</td> </tr> </tbody> </table>			Fórmulas	Resultados				Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio	$G_{sb} = \frac{S1 \left(\frac{A}{S}\right)}{0,9975(R2 - R1)}$	2,051	2,039	2,035	2,042	$G_{sssb} = \frac{S1}{0,9975(R2 - R1)}$	2,208	2,198	2,198	2,202	$G_{sa} = \frac{S1 \left(\frac{A}{S}\right)}{0,9975(R2 - R1) - \left[\left(\frac{S1}{S}\right)(S - A)\right]}$	2,434	2,425	2,432	2,430	$\% Abs = \frac{S - A}{A} \times 100$	7,666	7,805	8,015	7,829
Fórmulas	Resultados																														
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio																											
$G_{sb} = \frac{S1 \left(\frac{A}{S}\right)}{0,9975(R2 - R1)}$	2,051	2,039	2,035	2,042																											
$G_{sssb} = \frac{S1}{0,9975(R2 - R1)}$	2,208	2,198	2,198	2,202																											
$G_{sa} = \frac{S1 \left(\frac{A}{S}\right)}{0,9975(R2 - R1) - \left[\left(\frac{S1}{S}\right)(S - A)\right]}$	2,434	2,425	2,432	2,430																											
$\% Abs = \frac{S - A}{A} \times 100$	7,666	7,805	8,015	7,829																											
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																														



Anexo 5. Determinación de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en el agregado fino.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																					
DETERMINACIÓN DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES EN EL AGREGADO GRUESO (NTE INEN 698)																						
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																						
TUTOR: ING RAÚL ANDRÉS VILLOA VERA. Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO QUIMÍ - CHRISTIAN MERCHÁN REYES.																					
CANTERA: RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA".	FECHA DE ENSAYO: MAYO, 2019.																					
Cantidad de material a utilizar:																						
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #0056b3; color: white;"> <th colspan="2">TAMAÑO DE TAMICES</th> <th rowspan="2">MASA MÍNIMA UTILIZADA PARA EL ENSAYO (gr)</th> </tr> <tr style="background-color: #0056b3; color: white;"> <th>PASANTE</th> <th>RETENIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">3/8"</td> <td style="text-align: center;">N°4</td> <td style="text-align: center;">1000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3/4"</td> <td style="text-align: center;">3/8"</td> <td style="text-align: center;">2000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 1/2"</td> <td style="text-align: center;">3/4"</td> <td style="text-align: center;">3000</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">> 1 1/2"</td> <td style="text-align: center;">5000</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Fuente: Norma NTE INEN 698</p>			TAMAÑO DE TAMICES		MASA MÍNIMA UTILIZADA PARA EL ENSAYO (gr)	PASANTE	RETENIDO	3/8"	N°4	1000	3/4"	3/8"	2000	1 1/2"	3/4"	3000	> 1 1/2"		5000			
TAMAÑO DE TAMICES		MASA MÍNIMA UTILIZADA PARA EL ENSAYO (gr)																				
PASANTE	RETENIDO																					
3/8"	N°4	1000																				
3/4"	3/8"	2000																				
1 1/2"	3/4"	3000																				
> 1 1/2"		5000																				
Fórmula:																						
$P = \frac{M - R}{M} \times 100$																						
Cálculos:																						
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #0056b3; color: white;"> <th colspan="2">Tamaño de Tamices</th> <th>Masa antes del ensayo</th> <th>Masa después del ensayo</th> <th>Terrones de Arcilla y Partículas Deleznables</th> </tr> <tr style="background-color: #0056b3; color: white;"> <th>Pasante</th> <th>Retenido</th> <th>M (gr)</th> <th>R (gr)</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1 1/2.</td> <td style="text-align: center;">3/4.</td> <td style="text-align: center;">3000</td> <td style="text-align: center;">2936</td> <td style="text-align: center;">2,13</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3/4.</td> <td style="text-align: center;">3/8.</td> <td style="text-align: center;">2000</td> <td style="text-align: center;">1951</td> <td style="text-align: center;">2,45</td> </tr> </tbody> </table>			Tamaño de Tamices		Masa antes del ensayo	Masa después del ensayo	Terrones de Arcilla y Partículas Deleznables	Pasante	Retenido	M (gr)	R (gr)	%	1 1/2.	3/4.	3000	2936	2,13	3/4.	3/8.	2000	1951	2,45
Tamaño de Tamices		Masa antes del ensayo	Masa después del ensayo	Terrones de Arcilla y Partículas Deleznables																		
Pasante	Retenido	M (gr)	R (gr)	%																		
1 1/2.	3/4.	3000	2936	2,13																		
3/4.	3/8.	2000	1951	2,45																		
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;"> % De terrones de arcilla y partículas desmenuzables </td> </tr> <tr style="background-color: #0056b3; color: white;"> <td style="text-align: center; padding: 5px;"> 2,29 </td> </tr> </table>			% De terrones de arcilla y partículas desmenuzables	2,29																		
% De terrones de arcilla y partículas desmenuzables																						
2,29																						
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLOA VERA.																					



Anexo 6. Determinación del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación.

	UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL										
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN DEL AGREGADO FINO DESPUÉS DE UNA HORA DE SEDIMENTACIÓN (NTE INEN 864)											
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.											
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO QUIMÍ - CHRISTIAN MERCHÁN REYES.										
CANTERA: RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA".	FECHA DE ENSAYO: MAYO, 2019.										
Cantidad de material a utilizar:											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Árido fino (g)</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">500</td> </tr> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Fuente: NTE INEN 864</p>			Árido fino (g)	500							
Árido fino (g)	500										
Fórmula:											
$P = \frac{H \times 0,6}{A} \times 100$											
Cálculos:											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse; width: 80%;"> <thead> <tr style="background-color: #ADD8E6;"> <th style="padding: 5px;">Volumen de la capa de material de partículas finas</th> <th style="padding: 5px;">Masa de la muestra ensayada</th> <th style="padding: 5px;">Porcentaje de partículas finas</th> </tr> <tr style="background-color: #ADD8E6;"> <th style="padding: 5px;">H (cm3)</th> <th style="padding: 5px;">A (gr)</th> <th style="padding: 5px;">%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">23,1</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">500</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2,77</td> </tr> </tbody> </table>			Volumen de la capa de material de partículas finas	Masa de la muestra ensayada	Porcentaje de partículas finas	H (cm3)	A (gr)	%	23,1	500	2,77
Volumen de la capa de material de partículas finas	Masa de la muestra ensayada	Porcentaje de partículas finas									
H (cm3)	A (gr)	%									
23,1	500	2,77									
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Porcentaje de partículas finas</td> </tr> <tr style="background-color: #00B0F0; color: white;"> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2,77</td> </tr> </table>			Porcentaje de partículas finas	2,77							
Porcentaje de partículas finas											
2,77											
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.										



Anexo 7. Determinación del valor de la degradación del árido grueso de partículas menores a 37,5 mm mediante el uso de la máquina de los Ángeles.

	UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA								
ENSAYO DE ABRASIÓN POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (NTE INEN 860)									
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.									
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.		TESISTAS: EDER ALEJANDRO QUIMÍ - CHRISTIAN MERCHÁN REYES.							
CANTERA: RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA".		FECHA DE ENSAYO: MAYO, 2019.							
Tabla de método y cantidad de material a utilizar									
DIAMETRO				MÉTODO					
Pasa el Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C	D		
N°	mm	N°	mm	Cantidad de Material a Utilizar					
1 1/2	37,50	1	25,00	1250 ± 25					
1	25,00	3/4	19,00	1250 ± 25					
3/4	19,00	1/2	12,50	1250 ± 10	1250 ± 10				
1/2	12,50	3/8	9,50	1250 ± 10	1250 ± 10				
3/8	9,50	1/4	6,25			1250 ± 10			
1/4	6,25	N°4	4,76			1250 ± 10			
N°4	4,76	N°8	2,38				5000 ± 10		
Peso Total				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10		
Numero de esferas				12	11	8	6		
Numero de Revoluciones				500	500	500	500		
Tiempo de Rotacion "min"				15	15	15	15		
Fórmula									
$\%Desgaste = \frac{W_{inicial} - W_{final}}{W_{inicial}} \times 100$									
Cálculos									
Método a utilizar:				B					
Número de Esferas:				11					
Número de Revoluciones:				500					
Tiempo de Revol. "min":				15					
Pasa el Tamiz "N°"	Retenido en Tamiz "N°"	Peso antes del Ensayo "gr"		Peso Despues del Ensayo "gr"					
3/4.	1/2.	2500							
1/2.	3/8.	2500							
Total		5000						3771	
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">%Desgaste</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">24,58</td> </tr> </table>								%Desgaste	24,58
%Desgaste									
24,58									
REVISADO POR:				ING. RAÚL VILLAO VERA.					



Anexo 8. Determinación de la durabilidad de los agregados ante la acción de sulfatos.

	UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																																																																													
DETERMINACIÓN DE LA DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS ANTE LA ACCIÓN DE SULFATOS (NTE INEN 863)																																																																														
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA" QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																																																																														
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.		TESISTAS: EDER ALEJANDRO QUIMÍ - CHRISTIAN MERCHÁN REYES.																																																																												
CANTERA: RÍO "MANANTIAL DE GUANGALA".		FECHA DE ENSAYO: JUNIO, 2019.																																																																												
Cantidad de masa a utilizar:																																																																														
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">FRACCIÓN</th> <th colspan="4">TAMAÑO (Tamices con abertura cuadrada)</th> <th rowspan="3">MASA gr</th> </tr> <tr> <th colspan="2">mm</th> <th colspan="2">in</th> </tr> <tr> <th>Pasante</th> <th>Retenido</th> <th>Pasante</th> <th>Retenido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3/8</td> <td>9,51</td> <td>N°4</td> <td>4,76</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">2</td> <td>3/4</td> <td>19,0</td> <td>3/8</td> <td>9,51</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>3/4</td> <td>19,0</td> <td>1/2</td> <td>12,7</td> <td>670</td> </tr> <tr> <td>1/2</td> <td>12,7</td> <td>3/8</td> <td>9,51</td> <td>330</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">3</td> <td>1 1/2</td> <td>38,1</td> <td>3/4</td> <td>19,0</td> <td>1500</td> </tr> <tr> <td>1 1/2</td> <td>38,1</td> <td>1</td> <td>25,4</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>25,4</td> <td>3/4</td> <td>19,0</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">4</td> <td>2 1/2</td> <td>64,0</td> <td>1 1/2</td> <td>38,1</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td>2 1/2</td> <td>64,000</td> <td>2</td> <td>50,8</td> <td>3000</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>50,8</td> <td>1 1/2</td> <td>38,1</td> <td>2000</td> </tr> </tbody> </table>	FRACCIÓN	TAMAÑO (Tamices con abertura cuadrada)				MASA gr	mm		in		Pasante	Retenido	Pasante	Retenido	1	3/8	9,51	N°4	4,76	300	2	3/4	19,0	3/8	9,51	1000	3/4	19,0	1/2	12,7	670	1/2	12,7	3/8	9,51	330	3	1 1/2	38,1	3/4	19,0	1500	1 1/2	38,1	1	25,4	1000	1	25,4	3/4	19,0	500	4	2 1/2	64,0	1 1/2	38,1	5000	2 1/2	64,000	2	50,8	3000	2	50,8	1 1/2	38,1	2000									
FRACCIÓN	TAMAÑO (Tamices con abertura cuadrada)				MASA gr																																																																									
	mm		in																																																																											
	Pasante	Retenido	Pasante	Retenido																																																																										
1	3/8	9,51	N°4	4,76	300																																																																									
2	3/4	19,0	3/8	9,51	1000																																																																									
	3/4	19,0	1/2	12,7	670																																																																									
	1/2	12,7	3/8	9,51	330																																																																									
3	1 1/2	38,1	3/4	19,0	1500																																																																									
	1 1/2	38,1	1	25,4	1000																																																																									
	1	25,4	3/4	19,0	500																																																																									
4	2 1/2	64,0	1 1/2	38,1	5000																																																																									
	2 1/2	64,000	2	50,8	3000																																																																									
	2	50,8	1 1/2	38,1	2000																																																																									
Fórmula:																																																																														
Análisis Cuantitativo:																																																																														
$Pérdida_{Total} = \frac{W_{antes} - W_{despues}}{W_{antes}} \times 100$ $Pérdida_{correg} = \frac{Pérdida_{total} * \%Ret. Granul.}{100}$																																																																														
Cálculos:																																																																														
Tipo de solución a usar:		Sulfato de magnesio																																																																												
Número de fracción a usar:		3																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tamices a Usar in</th> <th rowspan="2">%Retenido Granulometría</th> <th>Peso Inicial W_{antes}</th> <th>Peso Final $W_{despues}$</th> <th>Pérdida Total</th> <th>Pérdida Corregida</th> </tr> <tr> <th>Pasante</th> <th>Retenido</th> <th>gr</th> <th>gr</th> <th>%</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3/4.</td> <td>8,79</td> <td>500</td> <td>404</td> <td>19,2</td> <td>1,69</td> </tr> <tr> <td>3/4.</td> <td>1/2.</td> <td>50,96</td> <td>670</td> <td>581</td> <td>13,28</td> <td>6,77</td> </tr> <tr> <td>1/2.</td> <td>3/8.</td> <td>28,99</td> <td>330</td> <td>265</td> <td>19,70</td> <td>5,71</td> </tr> <tr> <td>3/8.</td> <td>N°4</td> <td>5,91</td> <td>300</td> <td>244</td> <td>18,67</td> <td>1,10</td> </tr> <tr> <td>N°4</td> <td>N°8</td> <td>3,5</td> <td>100</td> <td>71,56</td> <td>28,44</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>N°8</td> <td>N°16</td> <td>1,06</td> <td>100</td> <td>69,15</td> <td>30,85</td> <td>0,33</td> </tr> <tr> <td>N°16</td> <td>N°30</td> <td>0,11</td> <td>100</td> <td>78,38</td> <td>21,62</td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>N°30</td> <td>N°50</td> <td>0,68</td> <td>100</td> <td>76,12</td> <td>23,88</td> <td>0,16</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">TOTAL</td> <td>2200</td> <td>1789,21</td> <td></td> <td>16,78</td> </tr> </tbody> </table>			Tamices a Usar in		%Retenido Granulometría	Peso Inicial W_{antes}	Peso Final $W_{despues}$	Pérdida Total	Pérdida Corregida	Pasante	Retenido	gr	gr	%	%	1	3/4.	8,79	500	404	19,2	1,69	3/4.	1/2.	50,96	670	581	13,28	6,77	1/2.	3/8.	28,99	330	265	19,70	5,71	3/8.	N°4	5,91	300	244	18,67	1,10	N°4	N°8	3,5	100	71,56	28,44	1,00	N°8	N°16	1,06	100	69,15	30,85	0,33	N°16	N°30	0,11	100	78,38	21,62	0,02	N°30	N°50	0,68	100	76,12	23,88	0,16	TOTAL			2200	1789,21		16,78
Tamices a Usar in		%Retenido Granulometría	Peso Inicial W_{antes}	Peso Final $W_{despues}$		Pérdida Total	Pérdida Corregida																																																																							
Pasante	Retenido		gr	gr	%	%																																																																								
1	3/4.	8,79	500	404	19,2	1,69																																																																								
3/4.	1/2.	50,96	670	581	13,28	6,77																																																																								
1/2.	3/8.	28,99	330	265	19,70	5,71																																																																								
3/8.	N°4	5,91	300	244	18,67	1,10																																																																								
N°4	N°8	3,5	100	71,56	28,44	1,00																																																																								
N°8	N°16	1,06	100	69,15	30,85	0,33																																																																								
N°16	N°30	0,11	100	78,38	21,62	0,02																																																																								
N°30	N°50	0,68	100	76,12	23,88	0,16																																																																								
TOTAL			2200	1789,21		16,78																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">PORCENTAJE DE PERDIDA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">16,78</td> </tr> </table>			PORCENTAJE DE PERDIDA	16,78																																																																										
PORCENTAJE DE PERDIDA																																																																														
16,78																																																																														
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																																																																													



Anexo 9. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 180 kg/cm² y 20% de cantidad de vacíos.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																						
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y PORCENTAJE DE VACIOS DEL HORMIGÓN PERMEABLE (ASTM C1754)																							
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																							
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO - CHRISTIAN MERCHÁN,																						
DOSIFICACIÓN: 180 kg/cm ² y 20% de cantidad de vacíos.	FECHA DE ENSAYO: JULIO, 2019.																						
<p> A= Masa en seco del espécimen, (g) D= Diámetro promedio del espécimen(mm) L= Longitud promedio del espécimen (mm) K= Constante de 1'274,240 en unidades SI (mm³.kg)/(m³.g) B= Masa sumergida del espécimen, (g) ρw= Densidad del agua a la temperatura del baño </p> <p style="text-align: center;"> Densidad = $\frac{K \times A}{D^2 \times L}$ Contenido de vacíos = $\left[1 - \left(\frac{K \times (A - B)}{\rho_w \times D^2 \times L} \right) \right] \times 100$ </p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Muestra 1</th> <th style="text-align: left;">Muestra 2</th> <th style="text-align: left;">Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A = 2815</td> <td>A = 2806</td> <td>A = 2811</td> </tr> <tr> <td>D = 100,4</td> <td>D = 99,99</td> <td>D = 100,02</td> </tr> <tr> <td>L = 199,99</td> <td>L = 200</td> <td>L = 200</td> </tr> <tr> <td>K = 1274240</td> <td>K = 1274240</td> <td>K = 1274240</td> </tr> <tr> <td>B = 1534</td> <td>B = 1576</td> <td>B = 1605</td> </tr> <tr> <td>ρw = 997,97</td> <td>ρw = 997,97</td> <td>ρw = 997,97</td> </tr> </tbody> </table>			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	A = 2815	A = 2806	A = 2811	D = 100,4	D = 99,99	D = 100,02	L = 199,99	L = 200	L = 200	K = 1274240	K = 1274240	K = 1274240	B = 1534	B = 1576	B = 1605	ρw = 997,97	ρw = 997,97	ρw = 997,97
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																					
A = 2815	A = 2806	A = 2811																					
D = 100,4	D = 99,99	D = 100,02																					
L = 199,99	L = 200	L = 200																					
K = 1274240	K = 1274240	K = 1274240																					
B = 1534	B = 1576	B = 1605																					
ρw = 997,97	ρw = 997,97	ρw = 997,97																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #00a6e3; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>M1</th> <th>M2</th> <th>M3</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Densidad</td> <td>kg/m³</td> <td style="text-align: center;">1779,32</td> <td style="text-align: center;">1788,12</td> <td style="text-align: center;">1790,23</td> <td style="text-align: center; background-color: #ffff00;">1785,89</td> </tr> <tr> <td>Contenido de aire</td> <td>%</td> <td style="text-align: center;">18,87</td> <td style="text-align: center;">21,46</td> <td style="text-align: center;">23,04</td> <td style="text-align: center; background-color: #ffff00;">21,12</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio	Densidad	kg/m ³	1779,32	1788,12	1790,23	1785,89	Contenido de aire	%	18,87	21,46	23,04	21,12			
Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio																		
Densidad	kg/m ³	1779,32	1788,12	1790,23	1785,89																		
Contenido de aire	%	18,87	21,46	23,04	21,12																		
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																						



Anexo 10. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 180 kg/cm² y 17% de cantidad de vacíos.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																						
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y PORCENTAJE DE VACIOS DEL HORMIGÓN PERMEABLE (ASTM C1754)																							
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																							
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO - CHRISTIAN MERCHÁN,																						
DOSIFICACIÓN: 180 kg/cm ² y 17% de cantidad de vacíos.	FECHA DE ENSAYO: JULIO, 2019.																						
<p>A= Masa en seco del espécimen, (g) D= Diámetro promedio del espécimen(mm) L= Longitud promedio del espécimen (mm) K= Constante de 1'274,240 en unidades SI (mm³.kg)/(m³.g) B= Masa sumergida del espécimen, (g) ρw= Densidad del agua a la temperatura del baño</p> <p style="text-align: center;"> Densidad= $\frac{K \times A}{D^2 \times L}$ Contenido de vacíos= $\left[1 - \left(\frac{K \times (A - B)}{\rho_w \times D^2 \times L} \right) \right] \times 100$ </p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Muestra 1</th> <th style="text-align: left;">Muestra 2</th> <th style="text-align: left;">Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A = 2930</td> <td>A = 2936</td> <td>A = 2927</td> </tr> <tr> <td>D = 100,1</td> <td>D = 100,04</td> <td>D = 100,8</td> </tr> <tr> <td>L = 199,99</td> <td>L = 200</td> <td>L = 200</td> </tr> <tr> <td>K = 1274240</td> <td>K = 1274240</td> <td>K = 1274240</td> </tr> <tr> <td>B = 1634</td> <td>B = 1642</td> <td>B = 1633</td> </tr> <tr> <td>ρw = 997,97</td> <td>ρw = 997,97</td> <td>ρw = 997,97</td> </tr> </tbody> </table>			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	A = 2930	A = 2936	A = 2927	D = 100,1	D = 100,04	D = 100,8	L = 199,99	L = 200	L = 200	K = 1274240	K = 1274240	K = 1274240	B = 1634	B = 1642	B = 1633	ρw = 997,97	ρw = 997,97	ρw = 997,97
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																					
A = 2930	A = 2936	A = 2927																					
D = 100,1	D = 100,04	D = 100,8																					
L = 199,99	L = 200	L = 200																					
K = 1274240	K = 1274240	K = 1274240																					
B = 1634	B = 1642	B = 1633																					
ρw = 997,97	ρw = 997,97	ρw = 997,97																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>M1</th> <th>M2</th> <th>M3</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #FFD700;"> <td>Densidad</td> <td>kg/m³</td> <td>1863,13</td> <td>1869,09</td> <td>1835,37</td> <td>1855,86</td> </tr> <tr style="background-color: #FFD700;"> <td>Contenido de aire</td> <td>%</td> <td>17,42</td> <td>17,46</td> <td>18,70</td> <td>17,86</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio	Densidad	kg/m ³	1863,13	1869,09	1835,37	1855,86	Contenido de aire	%	17,42	17,46	18,70	17,86			
Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio																		
Densidad	kg/m ³	1863,13	1869,09	1835,37	1855,86																		
Contenido de aire	%	17,42	17,46	18,70	17,86																		
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																						



Anexo 11. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 210 kg/cm² y 20% de cantidad de vacíos.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																						
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y PORCENTAJE DE VACIOS DEL HORMIGÓN PERMEABLE (ASTM C1754)																							
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																							
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO - CHRISTIAN MERCHÁN,																						
DOSIFICACIÓN: 210 kg/cm ² y 20% de cantidad de vacíos.	FECHA DE ENSAYO: JULIO, 2019.																						
<p>A= Masa en seco del espécimen, (g) D= Diámetro promedio del espécimen(mm) L= Longitud promedio del espécimen (mm) K= Constante de 1'274,240 en unidades SI (mm³.kg)/(m³.g) B= Masa sumergida del espécimen, (g) ρ_w= Densidad del agua a la temperatura del baño</p> <p style="text-align: center;"> Densidad= $\frac{K \times A}{D^2 \times L}$ Contenido de vacíos= $\left[1 - \left(\frac{K \times (A - B)}{\rho_w \times D^2 \times L} \right) \right] \times 100$ </p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Muestra 1</th> <th style="text-align: left;">Muestra 2</th> <th style="text-align: left;">Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A = 2842</td> <td>A = 2822</td> <td>A = 2832</td> </tr> <tr> <td>D = 100,6</td> <td>D = 100,1</td> <td>D = 100,04</td> </tr> <tr> <td>L = 199,99</td> <td>L = 200</td> <td>L = 200</td> </tr> <tr> <td>K= 1274240</td> <td>K= 1274240</td> <td>K= 1274240</td> </tr> <tr> <td>B= 1601</td> <td>B= 1596</td> <td>B= 1610</td> </tr> <tr> <td>ρ_w= 997,97</td> <td>ρ_w= 997,97</td> <td>ρ_w= 997,97</td> </tr> </tbody> </table>			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	A = 2842	A = 2822	A = 2832	D = 100,6	D = 100,1	D = 100,04	L = 199,99	L = 200	L = 200	K= 1274240	K= 1274240	K= 1274240	B= 1601	B= 1596	B= 1610	ρ _w = 997,97	ρ _w = 997,97	ρ _w = 997,97
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																					
A = 2842	A = 2822	A = 2832																					
D = 100,6	D = 100,1	D = 100,04																					
L = 199,99	L = 200	L = 200																					
K= 1274240	K= 1274240	K= 1274240																					
B= 1601	B= 1596	B= 1610																					
ρ _w = 997,97	ρ _w = 997,97	ρ _w = 997,97																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>M1</th> <th>M2</th> <th>M3</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Densidad</td> <td>kg/m³</td> <td style="text-align: center;">1789,25</td> <td style="text-align: center;">1794,36</td> <td style="text-align: center;">1802,88</td> <td style="text-align: center; background-color: yellow;">1795,50</td> </tr> <tr> <td>Contenido de aire</td> <td>%</td> <td style="text-align: center;">21,71</td> <td style="text-align: center;">21,89</td> <td style="text-align: center;">22,05</td> <td style="text-align: center; background-color: yellow;">21,88</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio	Densidad	kg/m ³	1789,25	1794,36	1802,88	1795,50	Contenido de aire	%	21,71	21,89	22,05	21,88			
Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio																		
Densidad	kg/m ³	1789,25	1794,36	1802,88	1795,50																		
Contenido de aire	%	21,71	21,89	22,05	21,88																		
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																						



Anexo 12. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 210 kg/cm² y 17% de cantidad de vacíos.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																						
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y PORCENTAJE DE VACIOS DEL HORMIGÓN PERMEABLE (ASTM C1754)																							
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																							
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO - CHRISTIAN MERCHÁN,																						
DOSIFICACIÓN: 210 kg/cm ² y 17% de cantidad de vacíos.	FECHA DE ENSAYO: JULIO, 2019.																						
<p>A= Masa en seco del espécimen, (g) D= Diámetro promedio del espécimen(mm) L= Longitud promedio del espécimen (mm) K= Constante de 1'274,240 en unidades SI (mm³.kg)/(m³.g) B= Masa sumergida del espécimen, (g) ρw= Densidad del agua a la temperatura del baño</p> <p style="text-align: center;"> Densidad= $\frac{K \times A}{D^2 \times L}$ Contenido de vacíos= $\left[1 - \left(\frac{K \times (A - B)}{\rho_w \times D^2 \times L} \right) \right] \times 100$ </p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Muestra 1</th> <th style="width: 33%;">Muestra 2</th> <th style="width: 33%;">Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A = 2945</td> <td>A = 2932</td> <td>A = 2949</td> </tr> <tr> <td>D = 100,6</td> <td>D = 100,1</td> <td>D = 100,04</td> </tr> <tr> <td>L = 199,99</td> <td>L = 200</td> <td>L = 200</td> </tr> <tr> <td>K = 1274240</td> <td>K = 1274240</td> <td>K = 1274240</td> </tr> <tr> <td>B = 1631</td> <td>B = 1639</td> <td>B = 1642</td> </tr> <tr> <td>ρw = 997,97</td> <td>ρw = 997,97</td> <td>ρw = 997,97</td> </tr> </tbody> </table>			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	A = 2945	A = 2932	A = 2949	D = 100,6	D = 100,1	D = 100,04	L = 199,99	L = 200	L = 200	K = 1274240	K = 1274240	K = 1274240	B = 1631	B = 1639	B = 1642	ρw = 997,97	ρw = 997,97	ρw = 997,97
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																					
A = 2945	A = 2932	A = 2949																					
D = 100,6	D = 100,1	D = 100,04																					
L = 199,99	L = 200	L = 200																					
K = 1274240	K = 1274240	K = 1274240																					
B = 1631	B = 1639	B = 1642																					
ρw = 997,97	ρw = 997,97	ρw = 997,97																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>M1</th> <th>M2</th> <th>M3</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Densidad</td> <td>kg/m³</td> <td>1854,10</td> <td>1864,31</td> <td>1877,36</td> <td style="background-color: #FFD700;">1865,26</td> </tr> <tr> <td>Cantidad de vacíos</td> <td>%</td> <td>17,11</td> <td>17,62</td> <td>16,63</td> <td style="background-color: #FFD700;">17,12</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio	Densidad	kg/m ³	1854,10	1864,31	1877,36	1865,26	Cantidad de vacíos	%	17,11	17,62	16,63	17,12			
Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio																		
Densidad	kg/m ³	1854,10	1864,31	1877,36	1865,26																		
Cantidad de vacíos	%	17,11	17,62	16,63	17,12																		
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																						



Anexo 13. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 240 kg/cm² y 20% de cantidad de vacíos.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																						
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y PORCENTAJE DE VACIOS DEL HORMIGÓN PERMEABLE (ASTM C1754)																							
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																							
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO - CHRISTIAN MERCHÁN,																						
DOSIFICACIÓN: 240 kg/cm ² y 20% de cantidad de vacíos.	FECHA DE ENSAYO: JULIO, 2019.																						
<p>A= Masa en seco del espécimen, (g) D= Diámetro promedio del espécimen(mm) L= Longitud promedio del espécimen (mm) K= Constante de 1'274,240 en unidades SI (mm³.kg)/(m³.g) B= Masa sumergida del espécimen, (g) ρw= Densidad del agua a la temperatur del baño</p> <p style="text-align: center;"> Densidad= $\frac{K \times A}{D^2 \times L}$ </p> <p style="text-align: center;"> Contenido de vacíos= $\left[1 - \left(\frac{K \times (A - B)}{\rho_w \times D^2 \times L} \right) \right] \times 100$ </p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Muestra 1</th> <th style="text-align: left;">Muestra 2</th> <th style="text-align: left;">Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A = 2831</td> <td>A = 2825</td> <td>A = 2817</td> </tr> <tr> <td>D = 100,6</td> <td>D = 100,1</td> <td>D = 100,04</td> </tr> <tr> <td>L = 199,99</td> <td>L = 200</td> <td>L = 200</td> </tr> <tr> <td>K = 1274240</td> <td>K = 1274240</td> <td>K = 1274240</td> </tr> <tr> <td>B = 1579</td> <td>B = 1582</td> <td>B = 1591</td> </tr> <tr> <td>ρw = 997,97</td> <td>ρw = 997,97</td> <td>ρw = 997,97</td> </tr> </tbody> </table>			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	A = 2831	A = 2825	A = 2817	D = 100,6	D = 100,1	D = 100,04	L = 199,99	L = 200	L = 200	K = 1274240	K = 1274240	K = 1274240	B = 1579	B = 1582	B = 1591	ρw = 997,97	ρw = 997,97	ρw = 997,97
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																					
A = 2831	A = 2825	A = 2817																					
D = 100,6	D = 100,1	D = 100,04																					
L = 199,99	L = 200	L = 200																					
K = 1274240	K = 1274240	K = 1274240																					
B = 1579	B = 1582	B = 1591																					
ρw = 997,97	ρw = 997,97	ρw = 997,97																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #00a6d6; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>M1</th> <th>M2</th> <th>M3</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Densidad</td> <td>kg/m³</td> <td style="text-align: center;">1782,32</td> <td style="text-align: center;">1796,27</td> <td style="text-align: center;">1793,33</td> <td style="text-align: center; background-color: #ffff00;">1790,64</td> </tr> <tr> <td>Contenido de aire</td> <td>%</td> <td style="text-align: center;">21,02</td> <td style="text-align: center;">20,80</td> <td style="text-align: center;">21,79</td> <td style="text-align: center; background-color: #ffff00;">21,20</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio	Densidad	kg/m ³	1782,32	1796,27	1793,33	1790,64	Contenido de aire	%	21,02	20,80	21,79	21,20			
Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio																		
Densidad	kg/m ³	1782,32	1796,27	1793,33	1790,64																		
Contenido de aire	%	21,02	20,80	21,79	21,20																		
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																						

Anexo 14. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 240 kg/cm² y 20% de cantidad de vacíos.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																						
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y PORCENTAJE DE VACIOS DEL HORMIGÓN PERMEABLE (ASTM C1754)																							
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																							
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO - CHRISTIAN MERCHÁN,																						
DOSIFICACIÓN: 240 kg/cm ² y 70% de cantidad de vacíos.	FECHA DE ENSAYO: JULIO, 2019.																						
<p>A= Masa en seco del espécimen, (g) D= Diámetro promedio del espécimen (mm) L= Longitud promedio del espécimen (mm) K= Constante de 1'274,240 en unidades SI (mm³.kg)/(m³.g) B= Masa sumergida del espécimen, (g) ρ_w= Densidad del agua a la temperatur del baño</p> <p style="text-align: center;"> Densidad = $\frac{K \times A}{D^2 \times L}$ Contenido de vacíos = $\left[1 - \left(\frac{K \times (A - B)}{\rho_w \times D^2 \times L} \right) \right] \times 100$ </p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Muestra 1</th> <th style="width: 33%;">Muestra 2</th> <th style="width: 33%;">Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A = 2949</td> <td>A = 2952</td> <td>A = 2944</td> </tr> <tr> <td>D = 100,6</td> <td>D = 100,1</td> <td>D = 100,04</td> </tr> <tr> <td>L = 199,99</td> <td>L = 200</td> <td>L = 200</td> </tr> <tr> <td>K = 1274240</td> <td>K = 1274240</td> <td>K = 1274240</td> </tr> <tr> <td>B = 1640</td> <td>B = 1661</td> <td>B = 1631</td> </tr> <tr> <td>ρ_w = 997,97</td> <td>ρ_w = 997,97</td> <td>ρ_w = 997,97</td> </tr> </tbody> </table>			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	A = 2949	A = 2952	A = 2944	D = 100,6	D = 100,1	D = 100,04	L = 199,99	L = 200	L = 200	K = 1274240	K = 1274240	K = 1274240	B = 1640	B = 1661	B = 1631	ρ _w = 997,97	ρ _w = 997,97	ρ _w = 997,97
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																					
A = 2949	A = 2952	A = 2944																					
D = 100,6	D = 100,1	D = 100,04																					
L = 199,99	L = 200	L = 200																					
K = 1274240	K = 1274240	K = 1274240																					
B = 1640	B = 1661	B = 1631																					
ρ _w = 997,97	ρ _w = 997,97	ρ _w = 997,97																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #00a0e3; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>M1</th> <th>M2</th> <th>M3</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Densidad</td> <td>kg/m³</td> <td>1856,61</td> <td>1877,02</td> <td>1874,18</td> <td style="background-color: #ffcc00;">1869,27</td> </tr> <tr> <td>Contenido de aire</td> <td>%</td> <td>17,42</td> <td>17,75</td> <td>16,24</td> <td style="background-color: #ffcc00;">17,14</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio	Densidad	kg/m ³	1856,61	1877,02	1874,18	1869,27	Contenido de aire	%	17,42	17,75	16,24	17,14			
Descripción	Unidad	M1	M2	M3	Promedio																		
Densidad	kg/m ³	1856,61	1877,02	1874,18	1869,27																		
Contenido de aire	%	17,42	17,75	16,24	17,14																		
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																						

Anexo 15. Determinación de la densidad y cantidad de vacíos – 240 (2) kg/cm² y 20% de cantidad de vacíos.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																												
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y PORCENTAJE DE VACIOS DEL HORMIGÓN PERMEABLE (ASTM C1754)																													
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																													
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO - CHRISTIAN MERCHÁN,																												
DOSIFICACIÓN: 240 kg/cm ² y 70% de cantidad de vacíos.	FECHA DE ENSAYO: JULIO, 2019.																												
<p>A= Masa en seco del espécimen, (g) D= Diámetro promedio del espécimen(mm) L= Longitud promedio del espécimen (mm) K= Constante de 1'274,240 en unidades SI (mm³.kg)/(m³.g) B= Masa sumergida del espécimen, (g) ρw= Densidad del agua a la temperatur del baño</p> <p style="text-align: center;"> Densidad= $\frac{K \times A}{D^2 \times L}$ Contenido de vacíos= $\left[1 - \left(\frac{K \times (A - B)}{\rho_w \times D^2 \times L} \right) \right] \times 100$ </p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Muestra 1</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Muestra 2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">A =</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">3012</td> <td style="padding: 5px;">A =</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">3001</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">D =</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">100,1</td> <td style="padding: 5px;">D =</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">100,2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">L =</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">199,94</td> <td style="padding: 5px;">L =</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">200</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">K =</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1274240</td> <td style="padding: 5px;">K =</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1274240</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">B =</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1674</td> <td style="padding: 5px;">B =</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1676</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">ρw =</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">997,97</td> <td style="padding: 5px;">ρw =</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">997,97</td> </tr> </table>			Muestra 1		Muestra 2	A =	3012	A =	3001	D =	100,1	D =	100,2	L =	199,94	L =	200	K =	1274240	K =	1274240	B =	1674	B =	1676	ρw =	997,97	ρw =	997,97
Muestra 1		Muestra 2																											
A =	3012	A =	3001																										
D =	100,1	D =	100,2																										
L =	199,94	L =	200																										
K =	1274240	K =	1274240																										
B =	1674	B =	1676																										
ρw =	997,97	ρw =	997,97																										
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; width: 80%;"> <thead> <tr style="background-color: #00a6d6; color: white;"> <th style="padding: 5px;">Descripción</th> <th style="padding: 5px;">Unidad</th> <th style="padding: 5px;">M1</th> <th style="padding: 5px;">M2</th> <th style="padding: 5px;">Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #fff9c4;"> <td style="padding: 5px;">Densidad</td> <td style="padding: 5px;">kg/m³</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1915,75</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1904,37</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1910,06</td> </tr> <tr style="background-color: #fff9c4;"> <td style="padding: 5px;">Cantidad de vacíos</td> <td style="padding: 5px;">%</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">14,72</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">15,75</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">15,24</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	M1	M2	Promedio	Densidad	kg/m ³	1915,75	1904,37	1910,06	Cantidad de vacíos	%	14,72	15,75	15,24												
Descripción	Unidad	M1	M2	Promedio																									
Densidad	kg/m ³	1915,75	1904,37	1910,06																									
Cantidad de vacíos	%	14,72	15,75	15,24																									
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																												

Anexo 16. Esfuerzo a la compresión, resistencia de diseño 180kg/cm².

IDENTIFICACIÓN		N°	FECHA DE VACIADO	DIMENSIONES DEL CILINDRO						PESO kg	DENSIDAD kg/m ³	ROTURA					
				D1 (cm)	D2 (cm)	PROM. "D" (cm)	LONGITUD SIN REFRENADO (cm)	LONGITUD CON REFRENADO (cm)	AREA (cm ²)	RELACION (L/D)			FECHA	EDAD (días)	Carga (KN)	kg/cm ²	Promedio (kg/cm ²)
CON 20% DE CANTIDAD DE VACÍOS	1	10/6/2019	14,92	14,97	14,95	29,98	31,5	175,42	2,108	9,77	1857,7241	17/6/2019	7	128,88	72,09	73,88	
	2	10/6/2019	15,02	14,97	15,00	29,97	31,47	176,60	2,099	9,83	1857,3081	17/6/2019	7	131,09	74,56		
	3	10/6/2019	15,01	14,94	14,98	29,95	31,56	176,13	2,108	9,81	1859,72461	17/6/2019	7	131,21	74,98		
	4	10/6/2019	15,04	14,97	15,01	29,95	31,29	176,83	2,085	9,83	1856,07196	24/6/2019	14	156,60	89,25	90,82	
	5	10/6/2019	14,95	14,99	14,97	30,01	30,99	176,01	2,070	9,89	1872,39216	24/6/2019	14	157,72	90,19		
	6	10/6/2019	15,05	14,91	14,98	30,02	31,54	176,24	2,105	10,01	1891,95099	24/6/2019	14	163,74	93,01		
	7	10/6/2019	14,92	15,00	14,96	29,97	31,15	175,77	2,082	10,03	1903,97447	1/7/2019	28	210,38	119,82	119,55	
	8	10/6/2019	14,93	14,96	14,95	29,99	31,44	175,42	2,104	9,98	1897,02195	1/7/2019	28	207,67	118,99		
	9	10/6/2019	15,03	15,02	15,03	29,98	31,27	177,30	2,081	10,06	1892,55064	1/7/2019	28	210,82	119,83		
CON 17% DE CANTIDAD DE VACÍOS	1	10/6/2019	14,89	14,97	14,93	30,02	30,98	175,07	2,075	10,14	1929,37999	17/6/2019	7	139,54	80,1	79,37	
	2	10/6/2019	15,00	14,97	14,99	29,97	31,28	176,36	2,087	9,98	1888,16708	17/6/2019	7	136,48	77,99		
	3	10/6/2019	14,94	15,02	14,98	29,96	31,38	176,24	2,095	10,25	1941,19225	17/6/2019	7	140,33	80,03		
	4	10/6/2019	15,05	14,94	15,00	29,98	31,44	176,60	2,097	10,26	1937,90691	24/6/2019	14	167,90	95,5	95,51	
	5	10/6/2019	15,04	14,96	15,00	29,89	31,49	176,71	2,099	10,14	1919,72774	24/6/2019	14	168,46	96,07		
	6	10/6/2019	14,93	15	14,97	30,04	31,37	175,89	2,096	10,19	1928,55013	24/6/2019	14	166,31	94,97		
	7	10/6/2019	14,97	14,97	14,97	30	31,42	176,01	2,099	10,2	1931,7256	1/7/2019	28	219,88	125,9	125,3	
	8	10/6/2019	14,89	15,01	14,95	30,02	31,33	175,54	2,096	10,25	1945,09542	1/7/2019	28	217,45	124,01		
	9	10/6/2019	14,94	15,00	14,97	29,97	31,38	176,01	2,096	10,18	1929,86777	1/7/2019	28	220,04	125,99		

REVISADO POR: ING. RAÚL VILLAO VERA

Anexo 17. Esfuerzo a la compresión, resistencia de diseño 210 kg/cm².

IDENTIFICACIÓN DEL CILINDRO		N°	FECHA DE VACIADO	DIMENSIONES DEL CILINDRO						PESO	DENSIDAD	ROTURA			RESISTENCIA		
				D1 (cm)	D2 (cm)	PROM. "D" (cm)	LONGITUD SIN REFRENDO (cm)	LONGITUD CON REFRENADO (cm)	AREA (cm ²)	RELACION (L/D)	kg	kg/m ³	FECHA	EDAD (días)		Carga (KN)	kg/cm ²
CON 20% DE CANTIDAD DE VACÍOS	1	10/6/2019	15,09	15,00	15,05	29,99	31,40	177,78	2,087	10,12	1898,14673	17/6/2019	7	165,39	90,43	90,44	
	2	10/6/2019	14,99	15,01	15,00	29,98	31,47	176,71	2,098	9,98	1883,76409	17/6/2019	7	163,42	89,89		
	3	10/6/2019	14,95	14,97	14,96	29,96	31,56	175,77	2,110	10,01	1900,81215	17/6/2019	7	164,58	91,01		
	4	10/6/2019	15,07	15,02	15,05	29,99	31,20	177,78	2,074	10,14	1901,89801	24/6/2019	14	230,47	126,01	126,04	
	5	10/6/2019	14,98	14,94	14,96	30,00	31,40	175,77	2,099	10,10	1915,34517	24/6/2019	14	227,16	125,2		
	6	10/6/2019	14,99	15,00	15,00	30,01	31,54	176,60	2,103	10,05	1896,34454	24/6/2019	14	230,55	126,9		
	7	10/6/2019	14,91	15,01	14,96	29,99	31,15	175,77	2,082	10,16	1927,36591	1/7/2019	28	251,98	138,6	138,84	
	8	10/6/2019	15,03	15,00	15,02	29,98	31,44	177,07	2,094	10,07	1896,95613	1/7/2019	28	251,21	137,9		
	9	10/6/2019	15,01	15,02	15,02	29,98	31,27	177,07	2,083	10,13	1908,25875	1/7/2019	28	255,05	140,01		
CON 17% DE CANTIDAD DE VACÍOS	1	11/6/2019	14,95	14,97	14,96	30,01	31,40	175,77	2,099	10,19	1931,76868	18/6/2019	7	165,57	91,56	91,28	
	2	11/6/2019	15,02	14,99	15,01	29,98	31,28	176,83	2,085	10,03	1891,94028	18/6/2019	7	164,28	90,30		
	3	11/6/2019	14,97	15,01	14,99	29,99	31,38	176,48	2,093	10,10	1908,32246	18/6/2019	7	167,02	91,99		
	4	11/6/2019	15,01	14,99	15,00	29,97	31,44	176,71	2,096	10,24	1933,48503	25/6/2019	14	231,47	127,32	127,37	
	5	11/6/2019	15,03	14,90	14,97	29,95	31,49	175,89	2,104	10,14	1924,85405	25/6/2019	14	230,77	126,85		
	6	11/6/2019	14,92	15,00	14,96	30,02	31,37	175,77	2,097	10,15	1923,54471	25/6/2019	14	232,42	127,93		
	7	11/6/2019	15,00	14,98	14,99	30,00	31,42	176,48	2,096	10,21	1928,46313	2/7/2019	28	252,40	139,02	139,33	
	8	11/6/2019	14,99	15,01	15,00	30,01	31,33	176,71	2,089	10,23	1929,02226	2/7/2019	28	252,23	138,74		
	9	11/6/2019	14,98	14,97	14,98	29,95	31,38	176,13	2,095	10,20	1933,65861	2/7/2019	28	254,09	140,23		

REVISADO POR: ING. RAÚL VILLAO VERA

Anexo 18. Esfuerzo a la compresión, resistencia de diseño 240 kg/cm².

IDENTIFICACIÓN DEL CILINDRO		N°	FECHA DE VACIADO	DIMENSIONES DEL CILINDRO							PESO kg	DENSIDAD kg/m ³	ROTURA				
				D1 (cm)	D2 (cm)	PROM. "D" (cm)	LONGITUD SIN REFRENADO (cm)	LONGITUD CON REFRENADO (cm)	AREA (cm ²)	RELACION (L/D)			FECHA	EDAD (días)	RESISTENCIA		
															Carga (KN)	kg/cm ²	Promedio
CON 20% DE CANTIDAD DE VACÍOS	1	11/6/2019	14,94	15,00	14,97	29,97	31,40	176,01	2,098	10,47	1984,84436	18/6/2019	7	225,07	117,32	117,01	
	2	11/6/2019	14,98	15,02	15,00	29,96	31,32	176,71	2,088	9,98	1885,02161	18/6/2019	7	223,43	116,70		
	3	11/6/2019	14,97	14,89	14,93	29,99	31,42	175,07	2,104	10,01	1906,54963	18/6/2019	7	223,73	117,01		
	4	11/6/2019	15,01	14,95	14,98	30,00	31,20	176,24	2,083	10,14	1917,79946	25/6/2019	14	310,82	162,02	161,70	
	5	11/6/2019	14,99	14,98	14,99	30,02	31,41	176,36	2,096	10,10	1907,68783	25/6/2019	14	308,32	161,04		
	6	11/6/2019	14,97	14,96	14,97	29,99	31,44	175,89	2,101	10,05	1905,225	25/6/2019	14	310,45	162,04		
	7	11/6/2019	14,98	15,00	14,99	29,97	31,18	176,48	2,080	10,16	1920,94008	2/7/2019	28	341,98	178,50	178,14	
	8	11/6/2019	14,90	14,98	14,94	30,01	31,42	175,30	2,103	10,07	1914,13427	2/7/2019	28	341,04	178,01		
	9	11/6/2019	15,00	14,87	14,94	29,99	31,29	175,19	2,095	10,13	1928,11372	2/7/2019	28	341,76	177,91		
CON 17% DE CANTIDAD DE VACÍOS	1	11/6/2019	14,99	14,99	14,99	30,00	31,41	176,48	2,095	10,19	1924,68553	18/6/2019	7	228,89	119,47	119,16	
	2	11/6/2019	15,00	14,97	14,99	29,97	31,29	176,36	2,088	10,03	1897,62684	18/6/2019	7	229,77	120,01		
	3	11/6/2019	14,99	14,88	14,94	29,98	31,41	175,19	2,103	10,10	1923,04484	18/6/2019	7	226,20	117,99		
	4	11/6/2019	14,89	14,97	14,93	29,96	31,22	175,07	2,091	10,24	1952,30942	25/6/2019	14	321,30	167,93	168,44	
	5	11/6/2019	14,97	14,99	14,98	29,94	31,51	176,24	2,103	10,14	1921,64275	25/6/2019	14	323,37	169,01		
	6	11/6/2019	14,98	15,01	15,00	30,03	31,39	176,60	2,093	10,15	1913,9381	25/6/2019	14	322,81	168,38		
	7	11/6/2019	14,92	14,97	14,95	30,01	31,45	175,42	2,104	10,21	1939,44749	2/7/2019	28	342,83	179,42	179,64	
	8	11/6/2019	14,97	14,89	14,93	30,02	31,36	175,07	2,100	10,23	1946,50467	2/7/2019	28	345,83	180,51		
	9	11/6/2019	14,91	14,94	14,93	29,95	31,40	174,95	2,104	10,20	1946,63615	2/7/2019	28	342,92	178,99		



REVISADO POR: ING. RAÚL VILLAO VERA

Anexo 19. Esfuerzo a la compresión, resistencia diseño 240 (2) kg/cm².



IDENTIFICACIÓN DEL CILINDRO		N°	FECHA DE VACIADO	DIMENSIONES DEL CILINDRO						PESO kg	ROTURA				
				D1 (cm)	D2 (cm)	PROM. "D" (cm)	LONGITUD SIN REFRENADO (cm)	LONGITUD CON REFRENADO (cm)	AREA (cm ²)	RELACION (L/D)	FECHA	EDAD (días)	RESISTENCIA		
													Carga (KN)	kg/cm ²	Promedio
CON 17% DE CANTIDAD DE VACÍOS	1	11/6/2019	14,93	14,89	14,91	29,94	31,4	174,60	2,106	10,38	18/6/2019	7	231,71	136,81	137,62
	2	11/6/2019	15,01	14,92	14,97	30,10	31,32	175,89	2,093	10,52	18/6/2019	7	233,77	138,42	
	3	11/6/2019	15,01	14,99	15,00	30,02	30,20	176,71	2,013	10,60	25/6/2019	14	331,96	187,94	186,42
	4	11/6/2019	14,93	14,96	14,95	29,98	30,15	175,42	2,017	10,58	25/6/2019	14	324,02	184,90	
	5	11/6/2019	14,89	15,00	14,95	29,99	30,12	175,42	2,015	10,62	2/6/2019	28	356,31	203,32	202,67
	6	11/6/2019	14,94	14,98	14,96	30,00	30,20	175,77	2,019	10,60	2/6/2019	28	353,04	202,02	

REVISADO POR: ING. RAÚL VILLAO VERA



Anexo 20. Ensayo de permeabilidad a las probetas de hormigón permeable, dosificación: HP 180 – 20 CV.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																																																	
ENSAYO DE PERMEABILIDAD A LAS PROBETAS DE HORMIGÓN PERMEABLE (ACI 522 R)																																																		
<p>TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.</p>																																																		
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO - CHRISTIAN MERCHÁN																																																	
DOSIFICACIÓN: 180 kg/cm ² y 20% cantidad de vacíos.	FECHA DE ENSAYO: JULIO, 2019.																																																	
<p>P= Permeabilidad de la muestra (mm/s) C= Constante igual a 200(mm) t= Tiempo que tarda el agua en ir de la primera marca a la segunda (s)</p> $p = \frac{C}{t}$ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr style="background-color: #00a0e3; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diametro de la muestra</td> <td>cm</td> <td>10,10</td> <td>10,10</td> <td>10,10</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 1</td> <td>s</td> <td>64</td> <td>59</td> <td>57</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 2</td> <td>s</td> <td>62</td> <td>61</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 3</td> <td>s</td> <td>66</td> <td>62</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr style="background-color: #00a0e3; color: white;"> <th>Descripcion</th> <th>Unidad</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tiempo promedio</td> <td>s</td> <td>64,00</td> <td>60,67</td> <td>58,67</td> </tr> <tr> <td>Constante</td> <td>cm</td> <td>20,00</td> <td>20,00</td> <td>20,00</td> </tr> <tr> <td>Coficiente de permeabilidad</td> <td>cm/s</td> <td>0,31</td> <td>0,33</td> <td>0,34</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <tr style="background-color: #00a0e3; color: white;"> <td style="width: 30%; text-align: center;">Coficiente de Permeabilidad</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">0,328</td> <td style="width: 40%; text-align: center;">cm/s</td> </tr> </table>			Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Diametro de la muestra	cm	10,10	10,10	10,10	Tiempo 1	s	64	59	57	Tiempo 2	s	62	61	59	Tiempo 3	s	66	62	60	Descripcion	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Tiempo promedio	s	64,00	60,67	58,67	Constante	cm	20,00	20,00	20,00	Coficiente de permeabilidad	cm/s	0,31	0,33	0,34	Coficiente de Permeabilidad	0,328	cm/s
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																																														
Diametro de la muestra	cm	10,10	10,10	10,10																																														
Tiempo 1	s	64	59	57																																														
Tiempo 2	s	62	61	59																																														
Tiempo 3	s	66	62	60																																														
Descripcion	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																																														
Tiempo promedio	s	64,00	60,67	58,67																																														
Constante	cm	20,00	20,00	20,00																																														
Coficiente de permeabilidad	cm/s	0,31	0,33	0,34																																														
Coficiente de Permeabilidad	0,328	cm/s																																																
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																																																	



Anexo 21. Ensayo de permeabilidad a las probetas de hormigón permeable, dosificación: HP 180 – 17 CV.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																										
ENSAYO DE PERMEABILIDAD A LAS PROBETAS DE HORMIGÓN PERMEABLE (ACI 522 R)																											
<p>TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.</p>																											
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO - CHRISTIAN MERCHÁN																										
DOSIFICACIÓN: 180 kg/cm ² y 17% de cantidad de vacíos.	FECHA DE ENSAYO: JULIO, 2019.																										
<p>P= Permeabilidad de la muestra (mm/s) C= Constante igual a 200(mm) t= Tiempo que tarda el agua en ir de la primera marca a la segunda (s)</p> $p = \frac{C}{t}$																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #0056b3; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diametro de la muestra</td> <td>cm</td> <td>10,10</td> <td>10,10</td> <td>10,10</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 1</td> <td>s</td> <td>67</td> <td>67</td> <td>69</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 2</td> <td>s</td> <td>66</td> <td>68</td> <td>67</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 3</td> <td>s</td> <td>68</td> <td>70</td> <td>71</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Diametro de la muestra	cm	10,10	10,10	10,10	Tiempo 1	s	67	67	69	Tiempo 2	s	66	68	67	Tiempo 3	s	68	70	71
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																							
Diametro de la muestra	cm	10,10	10,10	10,10																							
Tiempo 1	s	67	67	69																							
Tiempo 2	s	66	68	67																							
Tiempo 3	s	68	70	71																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #0056b3; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tiempo promedio</td> <td>s</td> <td>67,00</td> <td>68,33</td> <td>69,00</td> </tr> <tr> <td>Constante</td> <td>cm</td> <td>20,00</td> <td>20,00</td> <td>20,00</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de permeabilidad</td> <td>cm/s</td> <td>0,30</td> <td>0,29</td> <td>0,29</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Tiempo promedio	s	67,00	68,33	69,00	Constante	cm	20,00	20,00	20,00	Coefficiente de permeabilidad	cm/s	0,30	0,29	0,29					
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																							
Tiempo promedio	s	67,00	68,33	69,00																							
Constante	cm	20,00	20,00	20,00																							
Coefficiente de permeabilidad	cm/s	0,30	0,29	0,29																							
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px;">Coefficiente de permeabilidad</td> <td style="padding: 5px;">0,294</td> <td style="padding: 5px;">cm/s</td> </tr> </table>			Coefficiente de permeabilidad	0,294	cm/s																						
Coefficiente de permeabilidad	0,294	cm/s																									
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																										



Anexo 22. Ensayo de permeabilidad a las probetas de hormigón permeable, dosificación: HP 210 – 20 CV.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																										
ENSAYO DE PERMEABILIDAD A LAS PROBETAS DE HORMIGÓN PERMEABLE (ACI 522 R)																											
<p>TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.</p>																											
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO - CHRISTIAN MERCHÁN																										
DOSIFICACIÓN: 210 kg/cm ² y 20% de cantidad de vacíos.	FECHA DE ENSAYO: JULIO, 2019.																										
<p>P= Permeabilidad de la muestra (mm/s) C= Constante igual a 200(mm) t= Tiempo que tarda el agua en ir de la primera marca a la segunda (s)</p> $p = \frac{C}{t}$																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #0056b3; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diametro de la muestra</td> <td>cm</td> <td>10,10</td> <td>10,10</td> <td>10,10</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 1</td> <td>s</td> <td>68</td> <td>72</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 2</td> <td>s</td> <td>69</td> <td>74</td> <td>69</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 3</td> <td>s</td> <td>72</td> <td>79</td> <td>74</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Diametro de la muestra	cm	10,10	10,10	10,10	Tiempo 1	s	68	72	70	Tiempo 2	s	69	74	69	Tiempo 3	s	72	79	74
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																							
Diametro de la muestra	cm	10,10	10,10	10,10																							
Tiempo 1	s	68	72	70																							
Tiempo 2	s	69	74	69																							
Tiempo 3	s	72	79	74																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #0056b3; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tiempo promedio</td> <td>s</td> <td>69,67</td> <td>75,00</td> <td>71,00</td> </tr> <tr> <td>Constante</td> <td>cm</td> <td>20,00</td> <td>20,00</td> <td>20,00</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de permeabilidad</td> <td>cm/s</td> <td>0,29</td> <td>0,27</td> <td>0,28</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Tiempo promedio	s	69,67	75,00	71,00	Constante	cm	20,00	20,00	20,00	Coefficiente de permeabilidad	cm/s	0,29	0,27	0,28					
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																							
Tiempo promedio	s	69,67	75,00	71,00																							
Constante	cm	20,00	20,00	20,00																							
Coefficiente de permeabilidad	cm/s	0,29	0,27	0,28																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="background-color: #0056b3; color: white;">Coefficiente de permeabilidad</td> <td style="width: 100px; text-align: center;">0,278</td> <td style="width: 100px; text-align: center;">cm/s</td> </tr> </tbody> </table>			Coefficiente de permeabilidad	0,278	cm/s																						
Coefficiente de permeabilidad	0,278	cm/s																									
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																										



Anexo 23. Ensayo de permeabilidad a las probetas de hormigón permeable, dosificación: HP 210 – 17 CV.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																										
ENSAYO DE PERMEABILIDAD A LAS PROBETAS DE HORMIGÓN PERMEABLE (ACI 522 R)																											
<p>TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.</p>																											
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO - CHRISTIAN MERCHÁN																										
DOSIFICACIÓN: 210 kg/cm ² y 17% de cantidad de vacíos.	FECHA DE ENSAYO: JULIO, 2019.																										
<p>P= Permeabilidad de la muestra (mm/s) C= Constante igual a 200(mm) t= Tiempo que tarda el agua en ir de la primera marca a la segunda (s)</p> $p = \frac{C}{t}$																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diametro de la muestra</td> <td>cm</td> <td>10,10</td> <td>10,10</td> <td>10,10</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 1</td> <td>s</td> <td>78</td> <td>77</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 2</td> <td>s</td> <td>76</td> <td>75</td> <td>76</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 3</td> <td>s</td> <td>82</td> <td>79</td> <td>81</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Diametro de la muestra	cm	10,10	10,10	10,10	Tiempo 1	s	78	77	78	Tiempo 2	s	76	75	76	Tiempo 3	s	82	79	81
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																							
Diametro de la muestra	cm	10,10	10,10	10,10																							
Tiempo 1	s	78	77	78																							
Tiempo 2	s	76	75	76																							
Tiempo 3	s	82	79	81																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tiempo promedio</td> <td>s</td> <td>78,67</td> <td>77,00</td> <td>78,33</td> </tr> <tr> <td>Constante</td> <td>cm</td> <td>20,00</td> <td>20,00</td> <td>20,00</td> </tr> <tr> <td>Coficiente de permeabilidad</td> <td>cm/s</td> <td>0,25</td> <td>0,26</td> <td>0,26</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Tiempo promedio	s	78,67	77,00	78,33	Constante	cm	20,00	20,00	20,00	Coficiente de permeabilidad	cm/s	0,25	0,26	0,26					
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																							
Tiempo promedio	s	78,67	77,00	78,33																							
Constante	cm	20,00	20,00	20,00																							
Coficiente de permeabilidad	cm/s	0,25	0,26	0,26																							
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px;">Coficiente de permeabilidad</td> <td style="padding: 5px;">0,256</td> <td style="padding: 5px;">cm/s</td> </tr> </table>			Coficiente de permeabilidad	0,256	cm/s																						
Coficiente de permeabilidad	0,256	cm/s																									
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																										



Anexo 24. Ensayo de permeabilidad a las probetas de hormigón permeable, dosificación: HP 240 – 20 CV.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																										
ENSAYO DE PERMEABILIDAD A LAS PROBETAS DE HORMIGÓN PERMEABLE (ACI 522 R)																											
<p>TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.</p>																											
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO - CHRISTIAN MERCHÁN																										
DOSIFICACIÓN: 240 kg/cm ² y 20% de cantidad de vacíos.	FECHA DE ENSAYO: JULIO, 2019.																										
<p>P= Permeabilidad de la muestra (mm/s) C= Constante igual a 200(mm) t= Tiempo que tarda el agua en ir de la primera marca a la segunda (s)</p> $p = \frac{C}{t}$																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diametro de la muestra</td> <td>cm</td> <td>10,10</td> <td>10,10</td> <td>10,10</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 1</td> <td>s</td> <td>80</td> <td>85</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 2</td> <td>s</td> <td>79</td> <td>82</td> <td>83</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 3</td> <td>s</td> <td>85</td> <td>89</td> <td>86</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Diametro de la muestra	cm	10,10	10,10	10,10	Tiempo 1	s	80	85	80	Tiempo 2	s	79	82	83	Tiempo 3	s	85	89	86
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																							
Diametro de la muestra	cm	10,10	10,10	10,10																							
Tiempo 1	s	80	85	80																							
Tiempo 2	s	79	82	83																							
Tiempo 3	s	85	89	86																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tiempo promedio</td> <td>s</td> <td>81,33</td> <td>85,33</td> <td>83,00</td> </tr> <tr> <td>Constante</td> <td>cm</td> <td>20,00</td> <td>20,00</td> <td>20,00</td> </tr> <tr> <td>Coficiente de permeabilidad</td> <td>cm/s</td> <td>0,25</td> <td>0,23</td> <td>0,24</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Tiempo promedio	s	81,33	85,33	83,00	Constante	cm	20,00	20,00	20,00	Coficiente de permeabilidad	cm/s	0,25	0,23	0,24					
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																							
Tiempo promedio	s	81,33	85,33	83,00																							
Constante	cm	20,00	20,00	20,00																							
Coficiente de permeabilidad	cm/s	0,25	0,23	0,24																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="background-color: #0070C0; color: white;">Coficiente de permeabilidad</td> <td style="width: 100px; text-align: center;">0,240</td> <td style="width: 100px; text-align: center;">cm/s</td> </tr> </tbody> </table>			Coficiente de permeabilidad	0,240	cm/s																						
Coficiente de permeabilidad	0,240	cm/s																									
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																										



Anexo 25. Ensayo de permeabilidad a las probetas de hormigón permeable, dosificación: HP 240 – 17 CV.

	UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																										
ENSAYO DE PERMEABILIDAD A LAS PROBETAS DE HORMIGÓN PERMEABLE (ACI 522 R)																											
<p>TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.</p>																											
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO - CHRISTIAN MERCHÁN																										
DOSIFICACIÓN: 240 kg/cm ² y 17% de cantidad de vacíos.	FECHA DE ENSAYO: JULIO, 2019.																										
<p>P= Permeabilidad de la muestra (mm/s) C= Constante igual a 200(mm) t= Tiempo que tarda el agua en ir de la primera marca a la segunda (s)</p> $p = \frac{C}{t}$																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diametro de la muestra</td> <td>cm</td> <td>10,10</td> <td>10,10</td> <td>10,10</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 1</td> <td>s</td> <td>96</td> <td>98</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 2</td> <td>s</td> <td>95</td> <td>96</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 3</td> <td>s</td> <td>97</td> <td>99</td> <td>92</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Diametro de la muestra	cm	10,10	10,10	10,10	Tiempo 1	s	96	98	97	Tiempo 2	s	95	96	95	Tiempo 3	s	97	99	92
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																							
Diametro de la muestra	cm	10,10	10,10	10,10																							
Tiempo 1	s	96	98	97																							
Tiempo 2	s	95	96	95																							
Tiempo 3	s	97	99	92																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Muestra 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tiempo promedio</td> <td>s</td> <td>96,00</td> <td>97,67</td> <td>94,67</td> </tr> <tr> <td>Constante</td> <td>cm</td> <td>20,00</td> <td>20,00</td> <td>20,00</td> </tr> <tr> <td>Coficiente de permeabilidad</td> <td>cm/s</td> <td>0,208</td> <td>0,205</td> <td>0,211</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Tiempo promedio	s	96,00	97,67	94,67	Constante	cm	20,00	20,00	20,00	Coficiente de permeabilidad	cm/s	0,208	0,205	0,211					
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3																							
Tiempo promedio	s	96,00	97,67	94,67																							
Constante	cm	20,00	20,00	20,00																							
Coficiente de permeabilidad	cm/s	0,208	0,205	0,211																							
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px;">Coficiente de Permeabilidad</td> <td style="padding: 5px;">0,21</td> <td style="padding: 5px;">cm/s</td> </tr> </table>			Coficiente de Permeabilidad	0,21	cm/s																						
Coficiente de Permeabilidad	0,21	cm/s																									
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																										



Anexo 26. Ensayo de permeabilidad a las probetas de hormigón permeable, dosificación: HP 240 (2) – 17 CV.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																						
ENSAYO DE PERMEABILIDAD A LAS PROBETAS DE HORMIGÓN PERMEABLE (ACI 522 R)																							
TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																							
TUTOR: ING. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA, Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO - CHRISTIAN MERCHÁN																						
DOSIFICACIÓN: 240 kg/cm ² y 17% de cantidad de vacíos.	FECHA DE ENSAYO: JULIO, 2019.																						
<p>P= Permeabilidad de la muestra (cm/s) C= Constante igual a 200(mm) t= Tiempo que tarda el agua en ir de la primera marca a la segunda (s)</p> $p = \frac{C}{t}$																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diametro de la muestra</td> <td>cm</td> <td>10,09</td> <td>10,02</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 1</td> <td>s</td> <td>120</td> <td>126</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 2</td> <td>s</td> <td>128</td> <td>130</td> </tr> <tr> <td>Tiempo 3</td> <td>s</td> <td>126</td> <td>127</td> </tr> </tbody> </table>				Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Diametro de la muestra	cm	10,09	10,02	Tiempo 1	s	120	126	Tiempo 2	s	128	130	Tiempo 3	s	126	127
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2																				
Diametro de la muestra	cm	10,09	10,02																				
Tiempo 1	s	120	126																				
Tiempo 2	s	128	130																				
Tiempo 3	s	126	127																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tiempo promedio</td> <td>s</td> <td>124,67</td> <td>127,67</td> </tr> <tr> <td>Constante</td> <td>cm</td> <td>20,00</td> <td>20,00</td> </tr> <tr> <td>Coficiente de permeabilidad</td> <td>cm/s</td> <td>0,160</td> <td>0,157</td> </tr> </tbody> </table>				Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Tiempo promedio	s	124,67	127,67	Constante	cm	20,00	20,00	Coficiente de permeabilidad	cm/s	0,160	0,157				
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2																				
Tiempo promedio	s	124,67	127,67																				
Constante	cm	20,00	20,00																				
Coficiente de permeabilidad	cm/s	0,160	0,157																				
<table border="1" style="width: 50%; margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <td style="padding: 5px;">Coficiente de Permeabilidad</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">0,16</td> </tr> </table>				Coficiente de Permeabilidad	0,16																		
Coficiente de Permeabilidad	0,16																						
REVISADO POR:	ING. RAÚL VILLAO VERA.																						



Anexo 27. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: HP 180 – 20 CV.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																															
DETERMINACIÓN DE LA REISTENCIA A LA FLEXION																																
TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																																
TUTOR: ING RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA. Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO CHRISTIAN MERCHÁN																															
NTE INEN 2554																																
VIGA DE HORMIGÓN PERMEABLE RESISTENCIA DISEÑO 180KG/CM2 - 20% CANTIDAD DE VACIOS																																
<p>NOTA: Si la fractura se produce en la superficie de traccion dentro del tercio de la luz libre. Calcular el modulo de rotura de la sigueine madera.</p> <p style="margin-left: 40px;"> R= Modulo de rotura, en Mpa P= Carga maxima aplicada, indicada por la maquina de ensayo, en N L= Luz libre, en mm b= Promedio del ancho del especimen, en la fractura, en mm d= Promedio del alto del especimen, en la fractura, en mm </p> $R = \frac{P \times L}{b \times d^2}$ <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Datos</td> <td style="padding: 5px;">Muestra 1</td> <td style="padding: 5px;">Datos</td> <td style="padding: 5px;">Muestra 2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">P=</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">21038,14</td> <td style="padding: 5px;">P=</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">20767,33</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">L=</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">598,9</td> <td style="padding: 5px;">L=</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">597,8</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">b=</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">197,7</td> <td style="padding: 5px;">b=</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">198,9</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">d=</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">199,6</td> <td style="padding: 5px;">d=</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">199,27</td> </tr> </table> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; margin-top: 20px;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th style="padding: 5px;">Descripcion</th> <th style="padding: 5px;">Muestra 1</th> <th style="padding: 5px;">Muestra 2</th> <th style="padding: 5px;">Promedio</th> <th style="padding: 5px;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px; background-color: #0070C0; color: white;">Modulo de Rotura</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">1,599</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">1,572</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">1,586</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">Mpa</td> </tr> </tbody> </table>			Datos	Muestra 1	Datos	Muestra 2	P=	21038,14	P=	20767,33	L=	598,9	L=	597,8	b=	197,7	b=	198,9	d=	199,6	d=	199,27	Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio		Modulo de Rotura	1,599	1,572	1,586	Mpa
Datos	Muestra 1	Datos	Muestra 2																													
P=	21038,14	P=	20767,33																													
L=	598,9	L=	597,8																													
b=	197,7	b=	198,9																													
d=	199,6	d=	199,27																													
Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio																													
Modulo de Rotura	1,599	1,572	1,586	Mpa																												
Revisado por:	Ing. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA. Mg.																															



Anexo 28. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: HP 180 – 17 CV.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																					
DETERMINACIÓN DE LA REISTENCIA A LA FLEXION																						
TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																						
TUTOR: ING RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA. Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO CHRISTIAN MERCHÁN																					
NTE INEN 2554 VIGA DE HORMIGÓN PERMEABLE RESISTENCIA DISEÑO 180KG/CM2 - 17% CANTIDAD DE VACIOS																						
NOTA: Si la fractura se produce en la superficie de traccion dentro del tercio de la luz libre. Calcular el modulo de rotura de la sigueine madera.																						
R= Modulo de rotura, en Mpa P= Carga maxima aplicada, indicada por la maquina de ensayo, en N L= Luz libre, en mm b= Promedio del ancho del especimen, en la fractura, en mm d= Promedio del alto del especimen, en la fractura, en mm																						
$R = \frac{P \times L}{b \times d^2}$																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Datos</th> <th style="text-align: left;">Muestra 1</th> <th style="text-align: left;">Datos</th> <th style="text-align: left;">Muestra 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P=</td> <td>21988,01369</td> <td>P=</td> <td>21744,8238</td> </tr> <tr> <td>L=</td> <td>589,7</td> <td>L=</td> <td>592,3</td> </tr> <tr> <td>b=</td> <td>198</td> <td>b=</td> <td>198,9</td> </tr> <tr> <td>d=</td> <td>196,57</td> <td>d=</td> <td>197,43</td> </tr> </tbody> </table>	Datos	Muestra 1	Datos	Muestra 2	P=	21988,01369	P=	21744,8238	L=	589,7	L=	592,3	b=	198	b=	198,9	d=	196,57	d=	197,43		
Datos	Muestra 1	Datos	Muestra 2																			
P=	21988,01369	P=	21744,8238																			
L=	589,7	L=	592,3																			
b=	198	b=	198,9																			
d=	196,57	d=	197,43																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th style="text-align: left;">Descripcion</th> <th style="text-align: center;">Muestra 1</th> <th style="text-align: center;">Muestra 2</th> <th style="text-align: center;">Promedio</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">Modulo de Rotura</td> <td style="text-align: center;">1,695</td> <td style="text-align: center;">1,661</td> <td style="text-align: center;">1,678</td> <td style="text-align: right;">Mpa</td> </tr> </tbody> </table>			Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio		Modulo de Rotura	1,695	1,661	1,678	Mpa										
Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio																			
Modulo de Rotura	1,695	1,661	1,678	Mpa																		
Revisado por:	Ing. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA. Mg.																					



Anexo 29. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: HP 210 – 20 CV.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																					
DETERMINACIÓN DE LA REISTENCIA A LA FLEXION																						
TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																						
TUTOR: ING RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA. Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO CHRISTIAN MERCHÁN																					
NTE INEN 2554 VIGA DE HORMIGÓN PERMEABLE RESISTENCIA DISEÑO 210KG/CM2 - 20% CANTIDAD DE VACIOS																						
NOTA: Si la fractura se produce en la superficie de traccion dentro del tercio de la luz libre. Calcular el modulo de rotura de la sigueine madera.																						
R= Modulo de rotura, en Mpa P= Carga máxima aplicada, indicada por la maquina de ensayo, en N L= Luz libre, en mm b= Promedio del ancho del especimen, en la fractura, en mm d= Promedio del alto del especimen, en la fractura, en mm																						
$R = \frac{P \times L}{b \times d^2}$																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Datos</th> <th style="width: 40%;">Muestra 1</th> <th style="width: 45%;">Datos</th> <th style="width: 40%;">Muestra 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P=</td> <td style="text-align: center;">25197,80</td> <td>P=</td> <td style="text-align: center;">25120,7015</td> </tr> <tr> <td>L=</td> <td style="text-align: center;">597,8</td> <td>L=</td> <td style="text-align: center;">597,1</td> </tr> <tr> <td>b=</td> <td style="text-align: center;">198,9</td> <td>b=</td> <td style="text-align: center;">199,5</td> </tr> <tr> <td>d=</td> <td style="text-align: center;">199,27</td> <td>d=</td> <td style="text-align: center;">199,03</td> </tr> </tbody> </table>	Datos	Muestra 1	Datos	Muestra 2	P=	25197,80	P=	25120,7015	L=	597,8	L=	597,1	b=	198,9	b=	199,5	d=	199,27	d=	199,03		
Datos	Muestra 1	Datos	Muestra 2																			
P=	25197,80	P=	25120,7015																			
L=	597,8	L=	597,1																			
b=	198,9	b=	199,5																			
d=	199,27	d=	199,03																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th style="width: 25%;">Descripcion</th> <th style="width: 15%;">Muestra 1</th> <th style="width: 15%;">Muestra 2</th> <th style="width: 15%;">Promedio</th> <th style="width: 30%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #0070C0; color: white;">Modulo de Rotura</td> <td style="text-align: center;">1,907</td> <td style="text-align: center;">1,898</td> <td style="text-align: center;">1,903</td> <td style="text-align: center;">Mpa</td> </tr> </tbody> </table>			Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio		Modulo de Rotura	1,907	1,898	1,903	Mpa										
Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio																			
Modulo de Rotura	1,907	1,898	1,903	Mpa																		
Revisado por:	Ing. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA. Mg.																					



Anexo 30. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: HP 210 – 17 CV.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL												
DETERMINACIÓN DE LA REISTENCIA A LA FLEXION													
TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.													
TUTOR: ING RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA. Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO CHRISTIAN MERCHÁN												
NTE INEN 2554													
VIGA DE HORMIGÓN PERMEABLE RESISTENCIA DISEÑO 210KG/CM2 - 17% CANTIDAD DE VACIOS													
NOTA: Si la fractura se produce en la superficie de tracción dentro del tercio de la luz libre. Calcular el modulo de rotura de la sigueine madera.													
	R= Modulo de rotura, en Mpa P= Carga maxima aplicada, indicada por la maquina de ensayo, en N L= Luz libre, en mm b= Promedio del ancho del especimen, en la fractura, en mm d= Promedio del alto del especimen, en la fractura, en mm												
$R = \frac{P \times L}{b \times d^2}$													
Datos	Muestra 1	Datos	Muestra 2										
P=	25240,46629	P=	25223,2493										
L=	600	L=	599										
b=	199,5	b=	200										
d=	200	d=	199,67										
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th style="padding: 5px;">Descripcion</th> <th style="padding: 5px;">Muestra 1</th> <th style="padding: 5px;">Muestra 2</th> <th style="padding: 5px;">Promedio</th> <th style="padding: 5px;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px; background-color: #0070C0; color: white;">Modulo de Rotura</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">1,898</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">1,895</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">1,896</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">Mpa</td> </tr> </tbody> </table>				Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio		Modulo de Rotura	1,898	1,895	1,896	Mpa
Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio										
Modulo de Rotura	1,898	1,895	1,896	Mpa									
Revisado por:		Ing. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA. Mg.											



Anexo 31. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: HP 240 – 20 CV.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL												
DETERMINACIÓN DE LA REISTENCIA A LA FLEXION													
TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.													
TUTOR: ING RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA. Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO CHRISTIAN MERCHÁN												
NTE INEN 2554													
VIGA DE HORMIGÓN PERMEABLE RESISTENCIA DISEÑO 240KG/CM2 - 20% CANTIDAD DE VACIOS													
NOTA: Si la fractura se produce en la superficie de traccion dentro del tercio de la luz libre. Calcular el modulo de rotura de la sigueine madera.													
<ul style="list-style-type: none"> R= Modulo de rotura, en Mpa P= Carga maxima aplicada, indicada por la maquina de ensayo, en N L= Luz libre, en mm b= Promedio del ancho del especimen, en la fractura, en mm d= Promedio del alto del especimen, en la fractura, en mm 													
$R = \frac{P \times L}{b \times d^2}$													
Datos	Muestra 1	Datos	Muestra 2										
P=	34104,29525	P=	34176,1516										
L=	599,4	L=	598,9										
b=	199,4	b=	198,9										
d=	199,8	d=	199,63										
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th style="padding: 5px;">Descripcion</th> <th style="padding: 5px;">Muestra 1</th> <th style="padding: 5px;">Muestra 2</th> <th style="padding: 5px;">Promedio</th> <th style="padding: 5px;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Modulo de Rotura</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">2,568</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">2,582</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">2,575</td> <td style="padding: 5px;">Mpa</td> </tr> </tbody> </table>				Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio		Modulo de Rotura	2,568	2,582	2,575	Mpa
Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio										
Modulo de Rotura	2,568	2,582	2,575	Mpa									
Revisado por:	Ing. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA. Mg.												

Anexo 32. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: HP 240 – 17 CV.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																					
DETERMINACIÓN DE LA REISTENCIA A LA FLEXION																						
TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																						
TUTOR: ING RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA. Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO CHRISTIAN MERCHÁN																					
NTE INEN 2554 VIGA DE HORMIGÓN PERMEABLE RESISTENCIA DISEÑO 210KG/CM2 - 17% CANTIDAD DE VACIOS																						
NOTA: Si la fractura se produce en la superficie de traccion dentro del tercio de la luz libre. Calcular el modulo de rotura de la sigueine madera.																						
R= Modulo de rotura, en Mpa P= Carga maxima aplicada, indicada por la maquina de ensayo, en N L= Luz libre, en mm b= Promedio del ancho del especimen, en la fractura, en mm d= Promedio del alto del especimen, en la fractura, en mm																						
$R = \frac{P \times L}{b \times d^2}$																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Datos</th> <th style="width: 40%;">Muestra 1</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 40%;">Muestra 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P=</td> <td style="text-align: center;">34282,77</td> <td></td> <td style="text-align: center;">34292,05</td> </tr> <tr> <td>L=</td> <td style="text-align: center;">600</td> <td></td> <td style="text-align: center;">599,5</td> </tr> <tr> <td>b=</td> <td style="text-align: center;">199</td> <td></td> <td style="text-align: center;">198,5</td> </tr> <tr> <td>d=</td> <td style="text-align: center;">200</td> <td></td> <td style="text-align: center;">199,83</td> </tr> </tbody> </table>	Datos	Muestra 1		Muestra 2	P=	34282,77		34292,05	L=	600		599,5	b=	199		198,5	d=	200		199,83		
Datos	Muestra 1		Muestra 2																			
P=	34282,77		34292,05																			
L=	600		599,5																			
b=	199		198,5																			
d=	200		199,83																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th style="width: 20%;">Descripción</th> <th style="width: 15%;">Muestra 1</th> <th style="width: 15%;">Muestra 2</th> <th style="width: 15%;">Promedio</th> <th style="width: 35%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #0070C0; color: white;">Modulo de Rotura</td> <td style="text-align: center;">2,584</td> <td style="text-align: center;">2,594</td> <td style="text-align: center;">2,589</td> <td style="text-align: center;">Mpa</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Promedio		Modulo de Rotura	2,584	2,594	2,589	Mpa										
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Promedio																			
Modulo de Rotura	2,584	2,594	2,589	Mpa																		
Revisado por:	Ing. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA. Mg.																					

Anexo 33. Determinación de la resistencia a la flexión, dosificación: HP (2)
240 – 17CV.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																														
DETERMINACIÓN DE LA REISTENCIA A LA FLEXION																															
TESIS: DISEÑO DE UN HORMIGÓN PERMEABLE MEDIANTE EL MÉTODO ACI-211.1 UTILIZANDO CANTOS RODADOS DEL RÍO “MANANTIAL DE GUANGALA” QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA COMUNA DE MANANTIAL DE GUANGALA.																															
TUTOR: ING RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA. Mg.	TESISTAS: EDER ALEJANDRO CHRISTIAN MERCHÁN																														
NTE INEN 2554 VIGA DE HORMIGÓN PERMEABLE RESISTENCIA DISEÑO 210KG/CM2 - 17% CANTIDAD DE VACIOS																															
NOTA: Si la fractura se produce en la superficie de traccion dentro del tercio de la luz libre. Calcular el modulo de rotura de la sigueine madera.																															
R= Modulo de rotura, en Mpa P= Carga maxima aplicada, indicada por la maquina de ensayo, en N L= Luz libre, en mm b= Promedio del ancho del especimen, en la fractura, en mm d= Promedio del alto del especimen, en la fractura, en mm																															
$R = \frac{P \times L}{b \times d^2}$																															
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 15%;">Datos</td> <td style="width: 40%;">Muestra 1</td> <td style="width: 45%;"></td> </tr> <tr> <td>P=</td> <td>35631,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L=</td> <td>600,02</td> <td></td> </tr> <tr> <td>b=</td> <td>199,12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>d=</td> <td>200,01</td> <td></td> </tr> </table>	Datos	Muestra 1		P=	35631,00		L=	600,02		b=	199,12		d=	200,01		<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 15%;">Datos</td> <td style="width: 40%;">Muestra 2</td> <td style="width: 45%;"></td> </tr> <tr> <td>P=</td> <td>35304,30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L=</td> <td>599,9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>b=</td> <td>198,51</td> <td></td> </tr> <tr> <td>d=</td> <td>199,97</td> <td></td> </tr> </table>	Datos	Muestra 2		P=	35304,30		L=	599,9		b=	198,51		d=	199,97	
Datos	Muestra 1																														
P=	35631,00																														
L=	600,02																														
b=	199,12																														
d=	200,01																														
Datos	Muestra 2																														
P=	35304,30																														
L=	599,9																														
b=	198,51																														
d=	199,97																														
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th style="padding: 5px;">Descripcion</th> <th style="padding: 5px;">Muestra 1</th> <th style="padding: 5px;">Muestra 2</th> <th style="padding: 5px;">Promedio</th> <th style="padding: 5px;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Modulo de Rotura</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">2,684</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">2,668</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">2,676</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">Mpa</td> </tr> </tbody> </table>			Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio		Modulo de Rotura	2,684	2,668	2,676	Mpa																			
Descripcion	Muestra 1	Muestra 2	Promedio																												
Modulo de Rotura	2,684	2,668	2,676	Mpa																											
Revisado por:	Ing. RAÚL ANDRÉS VILLAO VERA. Mg.																														