

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**



**PROYECTO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A
COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO
CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO Y
HORMIGÓN RECICLADO”**

AUTORA:

BERNARDA ESTEFANÍA ABRIL GAVILANES

TUTOR:

ING. GALO NÚÑEZ

AMBATO – ECUADOR

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo Ing. Galo Núñez, certifico que el presente proyecto de investigación realizada por Bernarda Estefanía Abril Gavilanes, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi dirección, el cual es un proyecto experimental previo a la obtención del título de ingeniero civil, personal e inédito y ha sido concluido bajo el título **“DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO Y HORMIGÓN RECICLADO”**

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Marzo del 2016.

.....
Ing. Galo Núñez
TUTOR

AUTORÍA DEL PROYECTO EXPERIMENTAL

Indico que los criterios emitidos en el trabajo de graduación “**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO Y HORMIGÓN RECICLADO**” como también los contenidos presentados, las ideas, análisis, síntesis son de exclusiva responsabilidad de mi persona en calidad de autora de este trabajo investigativo a excepción de las citas bibliográficas.

Ambato, Marzo del 2016.

.....
Bernarda Estefanía Abril Gavilanes
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental, bajo el título **“DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO Y HORMIGÓN RECICLADO”**, realizado por Bernarda Estefanía Abril Gavilanes, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Abril de 2016

Para constancia firman:

.....
Ing. Carlos Navarro
Profesor Calificador

.....
Ing. Víctor Hugo Paredes
Profesor Calificador

DEDICATORIA

Este trabajo producto de mi esfuerzo y dedicación se lo dedico primero a Dios que es pilar fundamental en mi vida quien me otorga la vida necesaria para cumplir con mis metas planteadas.

A mi familia por haber creído siempre en mí, especialmente a papá y mamá por inculcarme los valores de esfuerzo y perseverancia, a mis padres por su apoyo incondicional y a todas las personas que siempre estuvieron incondicionalmente cuando más lo necesitaba.

Mi triunfo también es el de ustedes.

Bernarda Estefanía Abril Gavilanes

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por mi familia la cual me ha brindado su apoyo incondicional y han sido un ejemplo de lucha, fortaleza, comprensión y apoyo para no poner límite a mis sueños.

A mis Docentes por su vocación y paciencia para transmitirme sus conocimientos buscando hacer de mí una profesional de excelencia.

Un agradecimiento especial a mi Tutor Ing. Galo Núñez, por la transferencia de sus conocimientos que me sirvieron en el desarrollo de este proyecto experimental.

Adicionalmente al Ing. Carlos Navarro por compartir sus conocimientos de una manera desinteresada.

Mi efusivo saludo de estima y consideración a los miembros del Tribunal.

Fraternalmente

Bernarda Estefanía Abril Gavilanes

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

Certificación del Tutor.....	II
Autoría.....	III
Aprobación del Tribunal de Grado.....	IV
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Índice General de Contenidos.....	VII
Índice de Imágenes.....	XII
Índice de Tablas.....	XV
Resumen Ejecutivo.....	XVIII

B. CAPÍTULO I. ANTECEDENTES..... 1

1.1 Tema del trabajo experimental.....	1
1.2 Antecedentes.....	1
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.1 Objetivo Específico.....	4

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN..... 5

2.1 Fundamentación teórica.....	5
2.1.1 Hormigón.....	5
2.1.2 Agregados o Áridos.....	5
2.1.3 Cemento.....	7
2.1.4 Materiales Reciclados.....	7
2.1.5 Policarbonato.....	8

2.1.6 Hormigón Triturado	8
2.1.7 Vidrio Templado	9
2.1.8 Reciclaje y Medio Ambiente	9
2.1.9 Propiedades del hormigón fresco	10
2.1.9.1 Trabajabilidad	10
2.1.9.2 Consistencia.....	10
2.1.9.3 Homogeneidad.....	13
2.1.9.4 Peso específico	13
2.1.10 Propiedades del hormigón endurecido	14
2.1.10.1 Resistencia a la compresión.....	14
2.1.10.2 Densidad	14
2.1.10.3 Compacidad.....	14
2.1.10.4 Permeabilidad	14
2.1.10.5 Resistencia al desgaste	14
2.2 Hipótesis	15
2.3 Señalamiento de variables de la hipótesis	15
2.3.1 Variable Independiente.....	15
2.3.2 Variable Dependiente	15
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	16
3.1 Nivel o tipo de investigación.....	16
3.2 Población y muestra	16
3.3 Operacionalización de variables	16
3.3.1 Variable Independiente.....	16
3.3.2 Variable Dependiente	17
3.4 Plan de recolección de información.....	18
3.5 Plan de Procesamiento y Análisis	19

CAPÍTULO IV. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	21
4.1 Recolección de datos (metodología)	21
4.1.1 Ensayos realizados a los agregados.....	21
4.1.1.1 Ensayos granulométrico de los agregados.....	21
4.1.1.2 Ensayo de Densidad Aparente.....	26
4.1.1.2.1 Ensayo de Densidad Aparente Suelta	26
4.1.1.2.2 Ensayo de Densidad Aparente Compactada	28
4.1.1.3 Ensayo de Densidad Relativa	31
4.1.2 Ensayos realizados al cemento	34
4.1.2.1 Gravedad específica del cemento	34
4.1.3 Dosificación del hormigón	35
4.1.3.1 Dosificación según el material reciclado.....	43
4.2 Análisis de los resultados	48
4.2.1 Resultados del ensayo a compresión con Hormigón reciclado 25 %	49
4.2.1.1 Resultado a los 14 días	49
4.2.1.2 Resultado a los 28 días	49
4.2.2 Resultados del ensayo a compresión con Hormigón reciclado 50 %	50
4.2.2.1 Resultado a los 14 días	50
4.2.2.2 Resultado a los 28 días	50
4.2.3 Resultados del ensayo a compresión con Hormigón reciclado 75 %	51
4.2.3.1 Resultado a los 14 días	51
4.2.3.2 Resultado a los 28 días	51
4.2.4 Resultados del ensayo a compresión con Hormigón reciclado 100 % ..	52
4.2.4.1 Resultado a los 14 días	52
4.2.4.2 Resultado a los 28 días	52
4.2.5 Resultados del ensayo a compresión con Vidrio Templado 25 %	53
4.2.5.1 Resultado a los 14 días	53

4.2.5.2 Resultado a los 28 días	53
4.2.6 Resultados del ensayo a compresión con Vidrio Templado 50 %	54
4.2.6.1 Resultado a los 14 días	54
4.2.6.2 Resultado a los 28 días	54
4.2.7 Resultados del ensayo a compresión con Vidrio Templado 75 %	55
4.2.7.1 Resultado a los 14 días	55
4.2.7.2 Resultado a los 28 días	55
4.2.8 Resultados del ensayo a compresión con Vidrio Templado 100 %	56
4.2.8.1 Resultado a los 14 días	56
4.2.8.2 Resultado a los 28 días	56
4.2.9 Resultados del ensayo a compresión con Policarbonato 25 %	57
4.2.9.1 Resultado a los 14 días	57
4.2.9.2 Resultado a los 28 días	57
4.2.10 Resultados del ensayo a compresión con Policarbonato 50 %	58
4.2.10.1 Resultado a los 14 días	58
4.2.10.2 Resultado a los 28 días	58
4.2.11 Resultados del ensayo a compresión con Policarbonato 75 %	59
4.2.11.1 Resultado a los 14 días	59
4.2.11.2 Resultado a los 28 días	59
4.2.12 Resultados del ensayo a compresión con Policarbonato 100 %	60
4.2.12.1 Resultado a los 14 días	60
4.2.12.2 Resultado a los 28 días	60
4.2.13 Resultados del ensayo a compresión hormigón 210 kg/cm ²	61
4.2.13.1 Resultado a los 14 días	61
4.2.13.2 Resultado a los 28 días	61
4.2.14 Gráfica comparativa de los materiales con los diferentes %	62

4.2.14.1 Ensayo realizado a los 14 días	62
4.2.14.2 Ensayo realizado a los 28 días	62
4.2.14.3 Ensayo realizado a los 14 días	63
4.2.14.4 Ensayo realizado a los 28 días	63
4.2.14.5 Ensayo realizado a los 14 días	64
4.2.14.6 Ensayo realizado a los 28 días	64
4.2.15 Cuadro Comparativo	65
4.2.15.1 Ensayo realizado a los 14 días	65
4.2.15.2 Ensayo realizado a los 28 días	66
4.2.16 Comparación de los ensayos realizados con los materiales reciclados en diferentes proporciones.....	67
4.2.16.1 Material reciclado al 25%	67
4.2.16.2 Material reciclado al 50%	68
4.2.16.3 Material reciclado al 75%	69
4.2.16.4 Material reciclado al 100%	70
4.2.17 Fallas en ensayos a compresión de cilindros	71
4.3 Verificación de la hipótesis	74
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
5.1 Conclusiones	75
5.2 Recomendaciones	78
C. MATERIALES DE REFERENCIA	
1. Bibliografía.....	79
2. Anexos.....	81

ÍNDICE DE TABLAS E IMÁGENES

TABLAS DE IMÁGENES

Imagen 1. Colocar sobre una superficie.....	11
Imagen 2. Llenado del cono de Abrams.....	12
Imagen 3. Enrasado del cono de Abrams.....	12
Imagen 4. Retirado del cono de Abrams.....	12
Imagen 5. Medida del asentamiento.....	13
Imagen 6. Densidad aparente del agregado fino.....	27
Imagen 7. Densidad aparente del agregado grueso.....	27
Imagen 8. Mezcla de agregado grueso y fino.....	30
Imagen 9. Compactación de la mezcla.....	30
Imagen 10. Recolección del agregado grueso.....	33
Imagen 11. Ensayo de densidad real del agregado grueso.....	33
Imagen 12. Muestra de agregado fino.....	33
Imagen 13. Capacidad de absorción de los agregados.....	33
Imagen 14. Toma de muestras.....	42
Imagen 15. Ensayo a compresión.....	42
Imagen 16. Pesar el material reciclado.....	44
Imagen 17. Materiales a emplearse.....	44
Imagen 18. Mezcla del material.....	44
Imagen 19. Cilindros de hormigón reciclado.....	44
Imagen 20. Material reciclado.....	46

Imagen 21. Materiales a utilizarse.....	46
Imagen 22. Mezcla del material.....	46
Imagen 23. Elaboración de muestras.....	46
Imagen 24. Material reciclado.....	47
Imagen 25. Materiales a emplearse.....	47
Imagen 26. Mezcla del material.....	47
Imagen 27. Elaboración de muestras.....	47
Imagen 28. Esquema de los modelos típicos de fractura.....	71
Imagen 29. Falla en ensayo a compresión de cilindros.....	72
Imagen 30. Falla en ensayo a compresión de cilindros.....	72
Imagen 31. Falla en ensayo a compresión de cilindros.....	73
Imagen 32. Hormigón triturado	81
Imagen 33. Vidrio templado.....	81
Imagen 34. Policarbonato.....	81
Imagen 35. Moldes utilizados.....	81
Imagen 36. Engrasado de moldes.....	82
Imagen 37. Enrasado de material.....	82
Imagen 38. Pesar el material.....	82
Imagen 39. Mezcla del material.....	82
Imagen 40. Rellenando los cilindros.....	83
Imagen 41. Enrazando el cilindro.....	83
Imagen 42. Señalización de cilindros.....	83

Imagen 43. Pesar el hormigón fresco.....	83
Imagen 44. Colocar los cilindros en la cámara de curado por 24h.....	84
Imagen 45. Desmoldar y pesar los cilindros en estado endurecido.....	84
Imagen 46. Colocar los cilindros en la cámara de curado.....	84
Imagen 47. Medir el diámetro de los cilindros.....	84
Imagen 48. Cámara de curado.....	85
Imagen 49. Máquina de ensayo a compresión.....	85
Imagen 50. Ensayo de cilindros.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de la variable independiente.....	17
Tabla 2 Operacionalización de la variable dependiente.....	17
Tabla 3 Plan de recolección de información	18
Tabla 4 Ensayos realizados a los agregados	21
Tabla 5 Tamices de la Serie de Tyler (Santiago Medina R.)	22
Tabla 6. Límites especificados para agregado fino (NTE INEN 872).....	22
Tabla 7 Análisis granulométrico del agregado fino	23
Tabla 8 Granulometría del agregado grueso	25
Tabla 9 Densidad aparente suelta del agregado fino y grueso	26
Tabla 10 Densidad aparente compactada del agregado fino y grueso	28
Tabla 11 Densidad aparente compactada de la mezcla	29
Tabla 12 Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino	31
Tabla 13 Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso	32
Tabla 14 Densidad real del cemento	34
Tabla 15 Dosificación del hormigón.....	36
Tabla 16 Determinación de la relación agua/cemento	37
Tabla 17 Cantidad de Pasta según asentamiento.....	38
Tabla 18 Dosificación Hormigón 210kg/cm ²	43
Tabla 19 Resumen de dosificación 25% HR	43
Tabla 20 Dosificación con vidrio templado	45

Tabla 21 Dosificación con Policarbonato	46
Tabla 22 Ensayo a compresión 25 % HR.....	49
Tabla 23 Ensayo a compresión 25 % HR.....	49
Tabla 24 Ensayo a compresión 50 % HR.....	50
Tabla 25 Ensayo a compresión 50% HR.....	50
Tabla 26 Ensayo a compresión 75% HR.....	51
Tabla 27 Ensayo a compresión 75 % HR.....	51
Tabla 28 Ensayo a compresión 100 % HR.....	52
Tabla 29 Ensayo a compresión 100% HR.....	52
Tabla 30 Ensayo a compresión 25 % VT.....	53
Tabla 31 Ensayo a compresión 25 % VT.....	53
Tabla 32 Ensayo a compresión 50 % VT.....	54
Tabla 33 Ensayo a compresión 50 % VT.....	54
Tabla 34 Ensayo a compresión 75 % VT.....	55
Tabla 35 Ensayo a compresión 75 % VT.....	55
Tabla 36 Ensayo a compresión 100 % VT.....	56
Tabla 37 Ensayo a compresión 100 % VT.....	56
Tabla 38 Ensayo a compresión 25 % PC	57
Tabla 39 Ensayo a compresión 25 % PC	57
Tabla 40 Ensayo a compresión 50 % PC	58
Tabla 41 Ensayo a compresión 50 % PC	58

Tabla 42 Ensayo a compresión 75 % PC	59
Tabla 43 Ensayo a compresión 75 % PC	59
Tabla 44 Ensayo a compresión 100 % PC	60
Tabla 45 Ensayo a compresión 100% PC	60
Tabla 46 Ensayo a compresión hormigón 210kg/cm2.....	61
Tabla 47 Ensayo a compresión hormigón 210kg/cm2.....	61
Tabla 48. Ensayos realizados con Hormigón Reciclado.....	62
Tabla 49 Ensayo realizado con Hormigón Reciclado.....	62
Tabla 50 Ensayo realizado con Vidrio Templado.....	63
Tabla 51 Ensayo realizado con Vidrio Templado.....	63
Tabla 52 Ensayo realizado con Policarbonato	64
Tabla 53 Ensayo realizado con Policarbonato	64
Tabla 54 Comparación 14 días de edad	65
Tabla 55 Comparación 28 días de edad	66
Tabla 56 Comparación de resistencia a compresión al 25 % de material reciclado ..	67
Tabla 57 Comparación de resistencia a compresión al 50 % de material reciclado ..	68
Tabla 58 Comparación de resistencia a compresión al 75 % de material reciclado ..	69
Tabla 59 Comparación de resistencia a compresión al 100 % de material reciclado	70

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO Y HORMIGÓN RECICLADO.”

Autora: Abril Gavilanes Bernarda Estefanía

Tutor: Ing. M.S.c Galo Núñez

Para el desarrollo del presente proyecto se empezó recolectando los materiales necesarios para su ejecución, los agregados se recogieron de la mina Alvarado-Ortiz y la mina A&P ubicada en Ambato sector la Península , también fue necesario la recolección de residuos de vidrio templado (FAIRIS), policarbonato, y trozos de hormigón reciclado provenientes de cilindros ensayados, residuos de veredas, bordillos entre otros; a todos los materiales requeridos se comprobó su calidad determinando sus propiedades a través de los diferentes ensayos de laboratorio en base a los parámetros que indica la norma INEN y código ASTM, adicionalmente se realizó la dosificación de un hormigón de 210 kg/cm² para la comparación de la resistencia a compresión en las muestras realizadas a partir de materiales reciclados con las diferentes proporciones del material reciclable. Con todos los datos obtenidos se pudo realizar un cuadro comparativo de la resistencia a compresión del hormigón preparado con policarbonato, vidrio templado y hormigón reciclado dando por finalizado el proyecto experimental.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.

“Determinación de la resistencia a compresión de hormigón preparado con policarbonato, vidrio templado y hormigón reciclado.”

1.2 ANTECEDENTES.

En el transcurso del tiempo se ha ido evolucionando la búsqueda de nuevas alternativas para la reutilización de materiales existentes en el medio, poniendo énfasis por el reciclaje de desechos sólidos.

Este proyecto está realizado con el fin de concientizar a las personas sobre el reciclaje y la importancia de volver a utilizar los desechos sólidos (vidrio templado, policarbonato, hormigón triturado) como reemplazo de agregado grueso para la fabricación de un nuevo hormigón con las mismas características. Es una nueva iniciativa que pone en manifiesto las ventajas medioambientales y socioeconómicas que derivan del empleo de desechos sólidos. Esta tendencia ya se ha venido empleando de manera nacional e internacionalmente como lo veremos a continuación en las diferentes investigaciones.

En Chile el Ing. César Daniel Soto Toledo en su proyecto de tesis considera que el hormigón es el material de construcción más usado en el mundo y que los volúmenes asociados a sus procesos de demolición son cuantiosos, plantea explorar la potencialidad de este material como reemplazo del árido natural en la fabricación de hormigón, constituyéndose de esta forma en un subproducto reciclable dentro del mismo ciclo de vida del material. [1]

La valorización de residuos de hormigón a partir de su aprovechamiento como material inerte en nuevos hormigones puede ser de uso tanto estructural como no estructural así lo afirma el Ing. Hugo Félix Begliardo en el estudio realizado en Argentina [2].

Nacionalmente en la ciudad de Cuenca el Arq. Carlos Esteban Contreras Lojano en su investigación pretende adaptar la tecnología del concreto con áridos reciclados, mediante el reciclaje de residuos de construcción, para la producción de concreto de por lo menos 210kg/cm² de resistencia a la compresión, teniendo como resultado un producto alternativo que ayude a minimizar el consumo de los recursos naturales no renovables.[3]

1.3 JUSTIFICACIÓN.

La generación de residuos de Construcción y Derrocamientos está directamente ligada a la actividad del sector de la construcción, como consecuencia de la demolición de edificaciones e infraestructuras que han quedado obsoletas, así como de la construcción de otras nuevas. Los residuos de construcción son aquellos que se generan en el entorno mundial y no se encuentran dentro de los comúnmente conocidos como residuos sólidos urbanos (residuos domiciliarios y comerciales, fundamentalmente).

El auge experimentado en este sector, ha implicado la generación de importantes cantidades de residuos provenientes de la construcción los cuáles, debido a la falta de planificación para una adecuada gestión final de los mismos, se han ido depositando en vertederos, en muchas ocasiones, de forma incontrolada. No sólo se está perdiendo o desaprovechando energía y material potencialmente reutilizable, reciclable o valorizable, sino que además, se afecta de manera muy negativa al medio ambiente, por lo tanto este trabajo está orientado primero a concientizar a la comunidad y sus autoridades, así como también la recolección y disposición final de dichos residuos de manera técnica, para que los profesionales de la construcción los utilicemos sin recelo ni miedo alguno para cualquier actividad de construcción. [4]

En nuestro país los escombros de las construcciones están típicamente conformados en un 40 a 50% de residuos de concreto, asfalto, ladrillo, bloques arenas, gravas, tierra y barro. De un 20 a un 30% lo conforman madera y productos afines, como formaletas, residuos de estructuras de cubiertas y pisos, madera tratada, marcos de madera y tablas. El último 20 a 30% son desperdicios misceláneos, como maderas pintadas, metales, vidrios acabados, asbestos y otros materiales de aislamiento,

tuberías y partes eléctricas, en lo posible las obras no deberían producir escombros ni sobrantes de materiales de construcción. [5]

En la ciudad de Ambato se debería dar una adecuada disposición de los escombros considerando desde la etapa de planificación de la construcción del proyecto, los conceptos de localización, diseño, construcción, manejo y adecuación de las escombreras o sitios de disposición final, para prevenir y controlar los impactos propios de esta actividad. En los procesos de demolición de cualquier obra pueden producirse escombros o materiales reutilizables, reciclables o coprocesables. Los materiales reutilizables en procesos posteriores a la obra, producto de la demolición, son básicamente los áridos y minerales (restos de mampostería, placas de concreto, estructuras como vigas y columnas en concreto armado, previo el retiro del esfuerzo) que pueden usarse para relleno de excavaciones o con un mínimo de tratamiento; para obtener una reducción en el tamaño, puede servir como base o sub-base o cimentación de estructuras o material para la fabricación de hormigones. [5]

La finalidad de este trabajo es realizar hormigones a partir de estos desechos reciclados, es decir producir agregados a partir de la trituración de estos escombros para determinar la incidencia en la resistencia a compresión del mismo.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL:

Analizar la resistencia a compresión que se obtiene con este tipo de hormigón reciclado y compararlo con la resistencia a compresión obtenida con el hormigón preparado de la manera tradicional.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Obtener las propiedades mecánicas de los agregados, que sean de importancia para la investigación.
- Preparar varias muestras de hormigón estructural con diferentes dosificaciones de material proveniente de hormigón reciclado, vidrio y policarbonato en lugar de agregado grueso.
- Determinar las propiedades del hormigón fresco elaborado con los materiales mencionados anteriormente y compararlas con los hormigones normales.
- Determinar la resistencia a compresión a los 14 y 28 (días) del hormigón elaborado con materiales reciclados y compararla con la del hormigón normal.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 Hormigón

Es un material que resulta al mezclar agregado grueso, fino, cemento y agua.

Las propiedades del hormigón dependen en gran medida de la calidad y proporciones de los componentes en la mezcla, y de las condiciones de humedad y temperatura, durante los procesos de fabricación y de fraguado.

Para conseguir propiedades especiales del hormigón (mejor trabajabilidad, mayor resistencia, baja densidad, etc.) se pueden añadir otros componentes como aditivos químicos, o se pueden reemplazar sus componentes básicos por componentes de características especiales. [6]

El hormigón puede ser de tipo estructural y no estructural.

2.1.2 Agregados o Áridos

Los áridos son fragmentos rocosos que provienen de la disgregación natural de las rocas por la acción de diferentes agentes naturales. [7]

Es un material granular pétreo de diversos tamaños empleado en la preparación del hormigón, formado principalmente por arenas, gravas naturales, piedra triturada, gravilla entre otros, aplicados en la construcción y en numerosas aplicaciones industriales.

Es fundamental conocer la aplicación que va a tener el árido para que cumpla con las características de resistencia y durabilidad según las especificaciones del caso.

Los áridos pueden ser rodados limitados para hormigones de baja resistencia, y machacados o triturados empleados en hormigones de mediana y alta resistencia

La principal función que cumple los áridos en la fabricación de hormigón es bajar el costo del hormigón ya que constituyen el mayor volumen de la mezcla para la preparación del hormigón, ayuda a reducir los cambios volumétricos durante el proceso de fraguado, comunica su resistencia a la compresión y a la abrasión del hormigón.

Agregado Grueso

Constituido principalmente por grava y ripio o una mezcla de estos, es considerado agregado grueso a las fracciones mayores a 5mm. La resistencia está directamente ligada a su densidad, dureza y módulo de elasticidad, la calidad es de suma importancia para garantizar los resultados en la preparación del hormigón por este motivo es aconsejable que el agregado esté libre de material vegetal y sin exceso de partículas alargadas o planas. [8]

La densidad real mayor a 2.6 g/cc y una resistencia a la compresión mayor a 100kg/cm² corresponde a una grava ideal.

Agregado Fino

Conformado por arena natural o mediante un proceso de trituración, son partículas de agregado menores a 5mm. Empleado en la construcción para la elaboración del hormigón, mampostería así como para rellenar espacios (huecos en pared o entrepiso). [8]

La calidad del hormigón dependerá directamente del tipo de arena empleado, es el árido de mayor trascendencia a la hora de elaborar un buen hormigón.

Existe diferentes tipos de arena las más recomendables son las de río y las provenientes de trituración de granitos, basaltos y rocas análogas.

Se debe controlar que el agregado fino esté libre de impurezas perjudiciales para el hormigón, la humedad de la arena es de importancia a la hora de dosificar en volumen.

2.1.3 Cemento

Es un conglomerante formado principalmente por la molienda conjunta del producto de la cocción, hasta sintetización, de una mezcla de caliza (carbonatos cálcicos) y arcilla (silicatos de aluminio hidratado) que recibe el nombre de Clinker y de un material empleado como regulador de fraguado que generalmente, es yeso dihidratado, que al estar en contacto con agua tiene la propiedad de endurecer ya sea en el aire como debajo del agua. [9]

Se clasifica según su fraguado, composición química y aplicación.

- *Por su fraguado.*- Pueden ser rápidos o lentos
- *Por su composición química.*- Naturales, Portland, puzolánicos, escorias, aluminosos sulfatados.
- *Por su aplicación.*- Resistente a sulfatos y alta resistencia inicial

2.1.4 Materiales Reciclados

Son materiales que se encuentra dentro de los residuos sólidos urbanos, que deben pasar por un proceso de clasificación para la producción de agregados, pertenecen a dos grupos, existiendo un tercer grupo que no se considera reciclable para la producción de agregados:

- Grupo I.- Materiales compuestos de cemento, cal, arena y piedra: hormigón argamasas, bloques de concreto.
- Grupo II - materiales cerámicos: tejas, tubos, ladrillos, baldosas.
- Grupo III.- Los residuos de la construcción y demolición (RCD) no reciclables para agregado de construcción, está compuesto por materiales como tierra, yeso, metal, papel, plástico, materia orgánica y vidrio. De esos materiales, algunos pueden ser seleccionados y encauzados para otros usos. Así, los embalajes de papel y cartón, madera, y el mismo vidrio y el metal pueden ser recogidos para reuso o reciclaje. [3]

Luego de la trituración se efectúa una clasificación final y lavado del material granular resultante, de manera de eliminar la mayor cantidad posible del polvo adherido, obteniéndose así lo que se denomina Agregado Reciclado

2.1.5 Policarbonato

El policarbonato es un termoplástico amorfo, fácil de trabajar, moldeable y termoformado, es uno de los polímeros más avanzados en el campo de los plásticos. Tiene propiedades muy interesantes en cuanto a resistencia a las condiciones atmosféricas, resistencia al calor, protección UV, transparencia óptica, seguridad y retardante del fuego, se ha convertido en un material muy utilizado en el mercado por ser de fácil instalación, además de ser flexible puede ser curvado en frío y/o en caliente. [10]

Comercialmente se lo puede encontrar en tres presentaciones:

- lámina sólida (monolítica)
- lámina celular (alveolar)
- lámina acanalada sólida

2.1.6 Hormigón Triturado

Los escombros de hormigón son procesados en una planta de reciclaje mediante un proceso de trituración, en ocasiones conjuntamente con residuos de ladrillo, asfalto y rocas.

Una vez triturados y clasificados los escombros de hormigón, se realiza una selección por tamaños, pueden ser vendidos o reutilizados como sub base de carreteras, grava en nuevos proyectos constructivos, así como agregado de nuevos hormigones.

En la actualidad el hormigón reciclado ahorra costos, reduce la explotación de materia prima (grava), disminuye la contaminación por las demoliciones y permite la innovación de nueva tecnología para comercializar plantas trituradoras de hormigón beneficiando a la industria. [5]

2.1.7 Vidrio Templado

El vidrio como material de construcción presenta una limitación conocida como fragilidad. Es un tipo de vidrio que al ser sometido al proceso de templado incrementa su resistencia mecánica y térmica convirtiendo al vidrio templado en un vidrio de seguridad.

El proceso de templado, que consiste en calentarlo uniformemente hasta una temperatura superior a los 650°C (punto de ablandamiento) y luego enfriarlo bruscamente, soplando aire frío a presión controlada sobre sus caras. Esto se logra poniendo las superficies exteriores en compresión y las superficies internas en tensión. Las tensiones hacen que el vidrio, al momento de romperse, se desmenuce en pequeños trozos granulares.

El módulo de rotura para un vidrio común es de 350 a 550 Kg/cm², en un vidrio templado es de 1850 a 2100 Kg/cm², que equivale de 4 a 5 veces la resistencia de un vidrio normal.

Debido a su elevada resistencia y confiabilidad, el vidrio templado puede ser utilizado en aplicaciones estructurales y semi-estructurales, con agujeros y entrantes lo que posibilita su montaje y unión con herrajes. [11]

2.1.8 Reciclaje y Medio Ambiente

El impacto ambiental negativo que desde dos décadas está ocasionando el uso indiscriminado de diversos materiales sintéticos que se utilizan en la vida diaria, ha conducido al planteamiento de acciones inmediatas y tecnologías alternativas, limpias e innovadoras encaminadas a su reciclaje y reúso. [12]

En la actualidad existe una mayor práctica eco-amigable que ha creado conciencia ambiental en las personas, facilitando de esta manera la clasificación de los residuos para posteriormente reutilizarlos, ayudando al beneficio del país en forma social, económica y ambiental.

Las leyes ambientales juegan un papel importante que facilitan el reciclaje y de esta manera la conservación de recursos naturales así como la eliminación de desechos de forma eficaz.

El reciclaje es un proceso mediante el cual se realiza la transformación de un desecho en otro bien material devolviéndole su utilidad, pueden ser vendidos o empleados como materia prima o nuevos productos. Se puede reciclar un sin número de materiales entre ellos se encuentran el papel, plástico, vidrio, metal etc.

2.1.9 Propiedades del hormigón fresco

2.1.9.1 Trabajabilidad

Un hormigón se considera trabajable cuando puede adaptarse fácilmente a cualquier forma de encofrado, con un mínimo de trabajo mecánico (vibración) aplicado. Cuantitativamente la trabajabilidad se mide mediante el Asentamiento del cono de Abrams o el diámetro de dispersión en la Mesa de Flujo; mientras mayor es el asentamiento o mayor es el diámetro de dispersión, el hormigón es más trabajable.

Los procesos de ensayo están definidos por ASTM a nivel internacional y por INEN en el Ecuador.

Asentamientos menores a 2” (5 cm) corresponde a hormigones poco trabajables; asentamiento entre 3” (7,5 cm) y 5” (12,5 cm) corresponde a hormigones medianamente trabajable; asentamiento superiores a 6 “(15 cm) son característicos de hormigones muy trabajables. [6]

2.1.9.2 Consistencia

Es la capacidad que tiene el hormigón de mantener en suspensión todas las partículas que lo componen, su forma varía de acuerdo a los diferentes factores entre los más importantes tenemos: tamaño y forma de áridos, cantidad de agua de amasado.

Existen diferentes maneras de medir la consistencia del hormigón siendo el más usual el Cono de Abrams (INEN 1578- ASTM C143).

Cono de Abrams (INEN 1578 –ASTM C143)

Procedimiento para medir la consistencia del hormigón para obtener un asentamiento entre 15 – 23 cm. [13]

1. Colocar el cono sobre una bandeja o placa rígida.

Se debe humedecer el interior del cono y la base donde se va a colocar el cono, la superficie debe ser no absorbente, plana, horizontal y firme.



Imagen 1. Colocar sobre una superficie

2. Llenar el cono en tres capas

Se llena el cono en tres capas de igual volumen, con una varilla metálica de punta redonda de 16 mm de diámetro se compacta dando 25 golpes a cada capa distribuyéndolos uniformemente en toda la superficie.



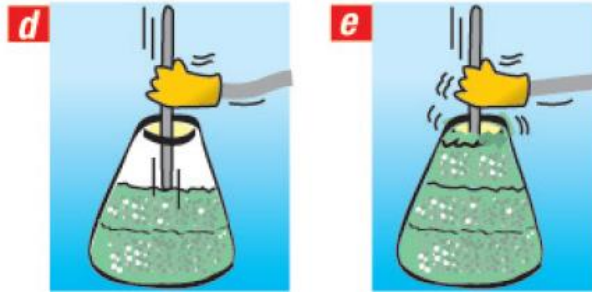


Imagen 2. Llenado del cono de Abrams

3. *Enrasar la superficie.*

Se retira el exceso de hormigón y se enrasa la superficie.



Imagen 3. Enrasado del cono de Abrams

4. *Sacar el molde*

Levantar el molde con precaución en dirección vertical, esta operación debe realizarse en 5 ± 2 segundos sin mover el hormigón en ningún momento.

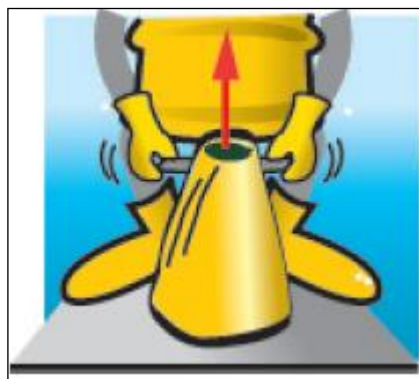


Imagen 4. Retirado del cono de Abrams

5. *Medir el asentamiento*

Se debe medir el asentamiento como se indica en la figura, en el caso de superficies irregulares el asentamiento se determina midiendo la diferencia de altura del molde y la del punto medio de la parte superior de la muestra después del ensayo, el tiempo para medir el ensayo no debe ser mayor a 2 ½ minutos.

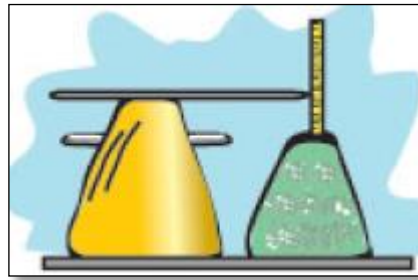


Imagen 5. Medida del asentamiento.

2.1.9.3 Homogeneidad

Es la cualidad por la cual los diferentes componentes del hormigón se encuentran regularmente distribuidos en toda la masa, de manera tal que dos muestras tomadas de distintos lugares de la misma resulten prácticamente iguales. La homogeneidad se consigue con un buen amasado y, para mantenerse, requiere un transporte cuidadoso y una colocación adecuada.

La homogeneidad puede perderse por segregación (separación de los gruesos por una parte y los finos por otra) O por decantación (los granos gruesos caen al fondo y el mortero queda en la superficie, cuando la mezcla es muy líquida). Ambos fenómenos aumentan con el contenido de agua, con el tamaño máximo del árido, con las vibraciones o sacudidas durante el transporte y con la puesta en obra en caída libre. [14]

2.1.9.5 Peso específico

Es la cantidad de peso por unidad de volumen (densidad = peso / volumen), varía de acuerdo a la clase de áridos y con la forma de colocación en obra.

2.1.10 Propiedades del hormigón endurecido

2.1.10.1 Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión del hormigón se determina en muestras cilíndricas estandarizadas de 15cm de diámetro y 30 cm de altura, llevadas hasta la rotura mediante cargas incrementadas relativamente rápidas, que duran unos pocos minutos.

Esta resistencia se la mide luego de 28 días de fraguado bajo condiciones controladas de humedad.[6]

2.1.10.2 Densidad

La densidad del hormigón se define como el peso por unidad de volumen.

Depende de diferentes factores entre ellos la granulometría de los áridos y el método de compactación utilizado. La densidad presenta variaciones provenientes de la evaporación de agua de amasado hasta un 7% de su valor densidad inicial.

2.1.10.3 Compacidad

Se encuentra relacionada con la densidad, ya que depende de los mismos factores. Este método de consolidación tiene por objeto introducir, en un volumen determinado, la mayor cantidad posible de áridos y, al mismo tiempo, que los huecos dejados por éstos se rellenan con la pasta de cemento, eliminando por completo las burbujas de aire. [14]

2.1.10.4 Permeabilidad

Facilidad que presenta un hormigón a ser atravesado por un fluido, sea líquido o gaseoso. La permeabilidad es muy sensible a la relación agua / cemento (W/ C).

2.1.10.5 Resistencia al desgaste (Durabilidad)

Capacidad del hormigón de resistir el paso de tiempo sin perder sus otras propiedades, depende de los factores que afectan al material ya sean: físicos, mecánicos o químicos.

2.2 HIPÓTESIS

¿El uso de materiales reciclados como vidrio, policarbonato y hormigón reciclado son determinantes al medir la resistencia a la compresión del hormigón?

2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Materiales reciclados como agregados.

2.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión del Hormigón.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación a ser utilizado en el presente proyecto es: exploratorio y descriptivo.

Exploratorio porque los hormigones preparados a partir de materiales reciclados no se utilizan en nuestro medio, el propósito de este es analizar la resistencia a la compresión obtenida con este tipo de material.

Descriptivo ya que al concluir el presente proyecto se contará con datos experimentales para ver la conveniencia de usarlos o no de una manera confiable y segura.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

El cálculo de la muestra se dificulta por ser una población limitada y por lo tanto tomaremos lo que recomienda la ASTM es por eso que se tomará como muestra 3 o más testigos para cada ensayo.

3.3 OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Materiales reciclados como agregados.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Son materiales que se encuentra dentro de los residuos sólidos urbanos, que deben pasar por	Tipos de hormigón	- Por sus propiedades. - Según el tipo de propiedad adicional. - Según el carácter de los materiales reciclados. - Elaboradas en obra.	- ¿Qué tipos de hormigón existe?	- Bibliográfica.

un proceso de clasificación para la producción de agregados.				
	Ensayos al hormigón fresco	- Asentamiento mediante el cono de Abrams.	-¿Qué tipo de ensayos se realiza al hormigón fresco? -¿Qué normas reglamentan los ensayos?	- Laboratorio. - Bibliográfica

Tabla 1 Operacionalización de la variable independiente

3.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión del Hormigón.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Se determina en muestras cilíndricas estandarizadas llevadas hasta la rotura mediante cargas incrementadas relativamente rápidas, que duran unos pocos minutos.	Clasificación de las propiedades	- Resistencia a la compresión.	- ¿Qué propiedades se deben determinar?	- Laboratorio - Bibliográfica
	Ensayos a los materiales	- Densidades de los agregados.	- ¿Qué ensayos se debe realizar a los materiales? - ¿Qué normas reglamentan los ensayos?	- Laboratorio - Bibliográfica

Tabla 2 Operacionalización de la variable dependiente

3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Preguntas Básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	<ul style="list-style-type: none">- Para determinar la resistencia a compresión del hormigón con la incorporación de materiales reciclados en nuestro medio.
2. ¿De qué personas u objetos?	<ul style="list-style-type: none">- Agregados de minas de la ciudad de Ambato y materiales reciclados (vidrio, policarbonato, hormigón triturado).
3. ¿Sobre qué aspectos?	<ul style="list-style-type: none">- Influencia de los materiales reciclados en las propiedades del Hormigón en su estado fresco y endurecido.
4. ¿Quién?	<ul style="list-style-type: none">- Bernarda Estefanía Abril Gavilanes.
5. ¿Dónde?	<ul style="list-style-type: none">- Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
6. ¿Cómo?	<ul style="list-style-type: none">- Mediante ensayos de laboratorio.- Investigación Bibliográfica en Normas y Códigos

Tabla 3 Plan de recolección de información

3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Con el fin de obtener un punto de comparación se realizarán cilindros de hormigón normal es decir a base de cemento, arena, ripio y agua, con una resistencia de 210kg/cm².

Para los otros tipos de hormigones es decir los que contendrán policarbonato, vidrio templado y finalmente hormigón triturado en lugar de ripio el procedimiento será el mismo con la diferencia que al carecer del valor de densidad aparente (propiedad fundamental de un agregado para el cálculo de la dosificación) de estos materiales, se optará por realizar una dosificación al volumen con el ripio y al momento de diseñar los otros tipos de hormigones se ingresará el mismo volumen de estos materiales como si se estuviera trabajando con ripio en proporción de 25-50-75 y 100 % .

El proceso es el siguiente:

- Pesar las Cantidades de Material establecidas en la dosificación (en el caso de cemento, arena, ripio y hormigón triturado), para los otros agregados gruesos colocar el volumen requerido en las parihuelas.
- Mezclar el cemento y la arena para luego adicionar a la mezcla el agregado grueso que se vaya a utilizar, mezclar todo el conjunto y a continuación colocar el agua requerida.
- Una vez obtenida una mezcla uniforme se procede a realizar el ensayo con el Cono de Abrams para medir el Asentamiento.
- Pesar los moldes que se utilizarán en el ensayo
- Engrasar los moldes
- Colocar el hormigón en los moldes en tres capas, y en cada capa se debe compactar dando 25 golpes con la varilla de punta redonda y 15 golpes con el martillo de goma.
- Una vez llenos los cilindros se los debe enrazar para a continuación tomar su peso en la balanza.
- Colocar los moldes en la cámara de curado pero no dentro del agua.
- A las 24 horas se debe desencofrar los cilindros y ponerlos a curar en el agua de la cámara de curado.

- A los 14 y 28 días retirar los cilindros de la cámara de curado y una vez secos se procede a realizar el ensayo a compresión de estos cilindros en la máquina de compresión.
- Tabular Datos y realizar los cálculos respectivos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS (Metodología)

Para el desarrollo de este capítulo, se procedió a la recolección de los agregados (grueso, fino y cemento) y material reciclable como el vidrio templado (FAIRIS), policarbonato y hormigón reciclado proveniente de cilindros ensayados, bordillos, veredas entre otros; para el análisis de las características mediante el desarrollo de los diferentes ensayos de laboratorio con la finalidad de determinar la calidad de dichos materiales y establecer si cumplen con las normas establecidas para la elaboración del hormigón.

4.1.1 ENSAYO REALIZADO A LOS AGREGADOS

Los ensayos a realizar se detallan en la siguiente tabla.

ENSAYOS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	CEMENTO
Análisis Granulométrico	X	X	-
Densidad aparente Suelta	X	X	-
Densidad aparente compactada	X	X	-
Gravedad específica	X	X	X
Capacidad de Absorción	X	X	-

Tabla 4 Ensayos realizados a los agregados

4.1.1.1 Ensayo granulométrico de los agregados fino y grueso

El ensayo granulométrico se determina mediante la recolección de una muestra del agregado para ser tamizada en la serie de tamices (SERIE DE TYLER)

Tamiz #	200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1 1/2"	3"
Abertura en mm	0.075	0.15	0.30	0.60	1.18	2.36	4.75	9.50	19	37.5	75

Tabla 5 Tamices de la Serie de Tyler (Santiago Medina R.)

Para la realización del ensayo granulométrico del agregado fino se procedió a recolectar el agregado en la mina A&P ubicada en Ambato sector "Las Viñas".

La granulometría debe estar comprendida dentro de los límites especificados en la norma NTE INEN 872 – ASTM C33. [14]

TAMIZ INEN	TAMIZ ASTM	PORCENTAJE QUE PASA
9.5 mm	3/8 "	100
4.75 mm	#4	95 a 100
2.36 mm	#8	80 a 100
1.18 mm	#16	50 a 85
0.60 mm	#30	25 a 60
0.30 mm	#50	10 a 30
0.15 mm	#100	2 a 10

Tabla 6. Límites especificados para agregado fino (NTE INEN 872)

Cumpliendo con los diferentes parámetros especificados anteriormente se procede a realizar el ensayo granulométrico del agregado fino y grueso detallado a continuación.

Norma INEN 696 (Áridos. Análisis granulométrico en los áridos fino y grueso)

Las partículas componentes de una muestra en condiciones secas y de masa conocida son separadas por tamaño a través de una serie de tamices de aberturas ordenadas en forma descendente. Las masas de las partículas mayores a las aberturas de la serie de tamices utilizados, expresado en porcentaje de la masa total, permite determinar la distribución del tamaño de partículas. [15]

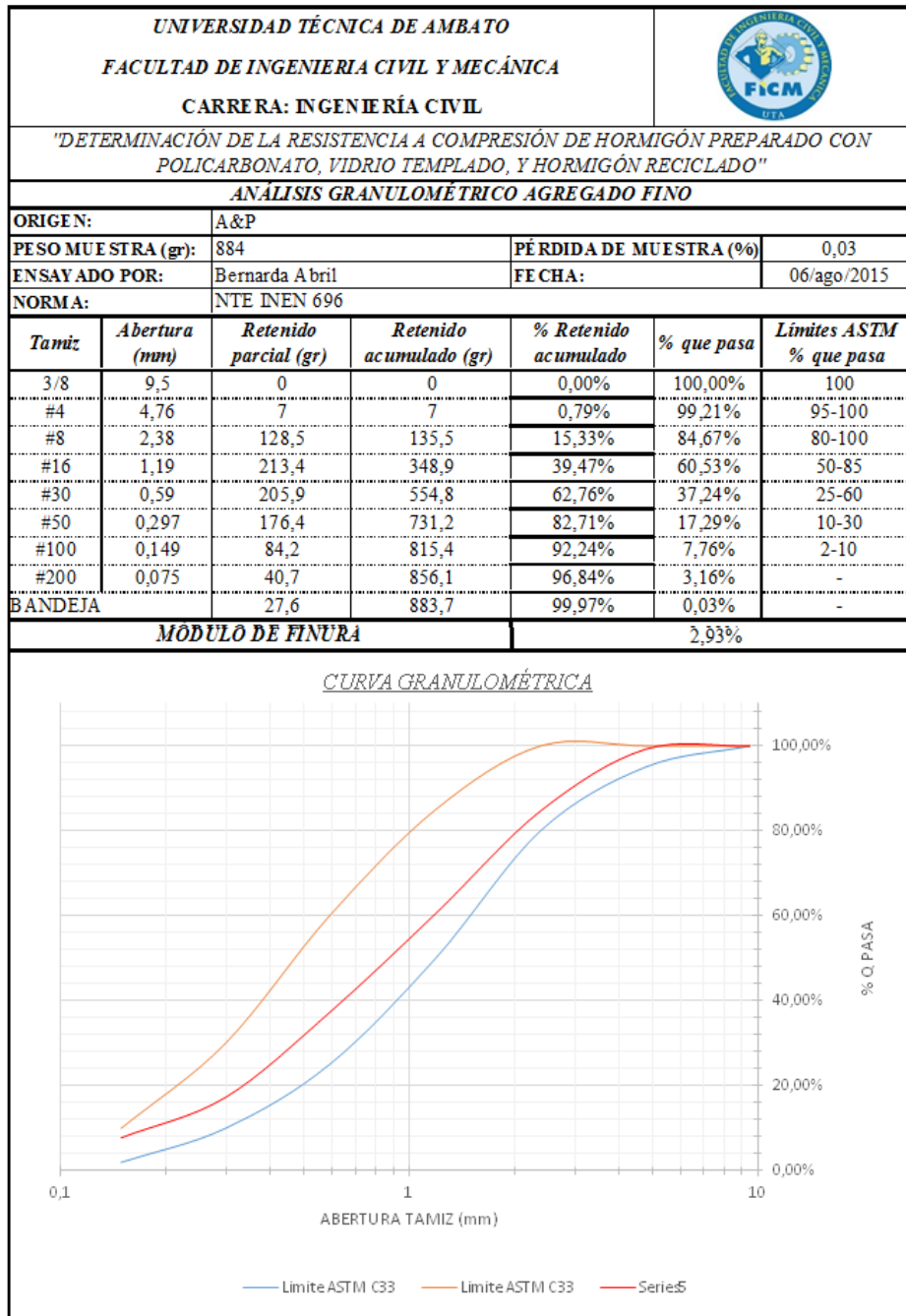


Tabla 7 Análisis granulométrico del agregado fino

Interpretación de la curva granulométrica

Después de realizado el respectivo ensayo granulométrico se obtuvo un módulo de finura de 2,9 el cual se encuentra dentro de los límites de 2.3 – 3.1 establecidos en nuestro medio, considerándose recomendable para la elaboración del hormigón.

El agregado grueso (triturado) empleado en el proyecto se recolectó de las canteras Alvarado - Ortiz ubicado en el sector de la Península de la ciudad de Ambato.

En un análisis granulométrico es recomendable que la muestra en conjunto posea una cierta continuidad de tamaño para garantizar su desempeño, el agregado ideal debe ser limpio, anguloso, cúbico y triturado.

Teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la norma NTE INEN 872- NTE INEN 696 se procedió al ensayo de laboratorio detallado a continuación.

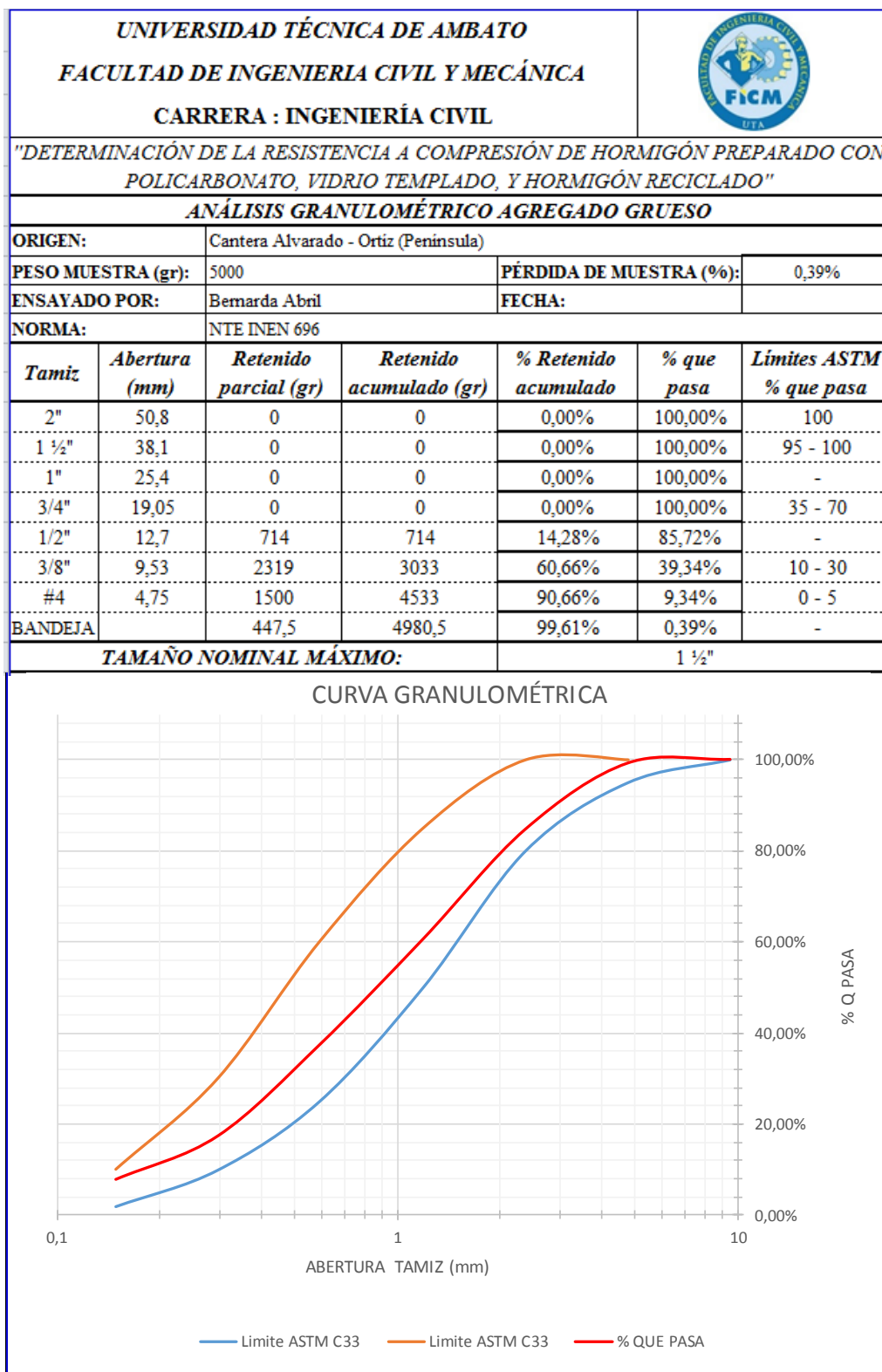


Tabla 8 Granulometría del agregado grueso

Interpretación de la curva granulométrica

Los resultados obtenidos en el ensayo granulométrico del agregado grueso son óptimos para la elaboración del hormigón cuyo tamaño nominal máximo es de 1 ½” (38 mm) encontrándose dentro del rango establecido en la norma.

4.1.1.2 Ensayo de Densidad Aparente

Es la relación entre la masa del agregado que ocupa el recipiente, para el volumen del recipiente, recibiendo su nombre de aparente debido a los vacíos que quedan entre las partículas del agregado.

$$DA = \frac{\text{Masa material}}{\text{Volumen recipiente}}$$

La densidad aparente de los agregados se determina de acuerdo a las especificaciones de la norma INEN 858, pudiendo ser suelta y compactada. [14]

4.1.1.2.1 Ensayo de densidad aparente suelta


<i>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</i>				
<i>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</i>				
<i>CARRERA : INGENIERÍA CIVIL</i>				
<i>"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"</i>				
<i>DENSIDAD APARENTE SUELTA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO</i>				
ORIGEN:	Cantera Alvarado - Ortíz (Península)			
MASA RECIPIENTE (Kg):	9,9			
ENSAYADO POR:	Bernarda Abril	FECHA:	06/dic/2015	
VOLUMEN RECIPIENTE (dm³):	20,24			
NORMA:	NTE INEN 858:2010			
<i>Agregado</i>	<i>Agregado + Recipiente (kg)</i>	<i>Agregado (kg)</i>	<i>Peso Unitario (kg/dm³)</i>	<i>Peso Unitario Promedio (kg/dm³)</i>
GRUESO	36,90	27,00	1,33	1,33
	36,80	26,90	1,33	
FINO	39,80	29,90	1,48	1,47
	39,50	29,60	1,46	

Tabla 9 Densidad aparente suelta del agregado fino y grueso

Para la realización de este ensayo se procede según la norma INEN 858 detallado a continuación.

- Llenar el recipiente con el agregado únicamente con una pala, teniendo el cuidado de verter el material desde una altura no mayor a 5cm arriba del borde del recipiente como lo especifica la norma citada, y luego enrasamos a nivel del borde del recipiente.
- La densidad será igual a la masa del agregado suelta dividida para el volumen del recipiente. [14]



Imagen 6. Densidad aparente del agregado fino. Fuente propia



Imagen 7. Densidad aparente del agregado grueso. Fuente propia

4.1.1.2.2 Ensayo de densidad aparente compactada


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA : INGENIERÍA CIVIL				
<i>"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"</i>				
DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO				
ORIGEN:	Cantera Alvarado - Ortiz (Península)			
MASA RECIPIENTE (Kg):	9,9			
ENSAYADO POR:	Bernarda Abril	FECHA:	06/dic/2015	
VOLUMEN RECIPIENTE (dm³):	20,24			
NORMA:	NTE INEN 858:2010			
<i>Agregado</i>	<i>Agregado + Recipiente (kg)</i>	<i>Agregado (kg)</i>	<i>Peso Unitario (kg/dm³)</i>	<i>Promedio (kg/dm³)</i>
GRUESO	38,90	29,00	1,43	1,43
	38,70	28,80	1,42	
FINO	42,20	32,30	1,60	1,60
	42,50	32,60	1,61	

Tabla 10 Densidad aparente compactada del agregado fino y grueso

Este ensayo se lo realiza de la siguiente manera:

- Llenar el recipiente con el agregado hasta 1/3 de su altura (1/3 del volumen)
- Compactar con la varilla de acero punta redonda dando 25 golpes repartidos uniformemente sobre la superficie, cuidando no golpear el fondo del recipiente.
- Colocar otra capa de material hasta los 2/3 de la altura y compactar de acuerdo al procedimiento anterior, cuidando que la varilla penetre en la capa anterior.
- Llenar el recipiente sobrepasando el borde, compactar y enrasar. [14]

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL								
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"								
DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DE LA MEZCLA								
ORIGEN:		Cantera Alvarado - Ortiz (Península)						
MASA RECIPIENTE (Kg):		9,9						
ENSAYADO POR:		Bernarda Abril				FECHA:		06/dic/2015
VOLUMEN RECIPIENTE (dm ³):		20,24						
NORMA:		NTE INEN 858:2010						
% Mezcla		Cantidad (kg)		Fino añadido (kg)	Agregado + Recipiente (kg)	Agregado (kg)	Peso unitario mezcla (kg/dm ³)	Peso unitario promedio
GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	FINO	AGREGADO FINO + GRUESO			
100,00%	0,00%	40,00	0,00	0,00	38,90	29,00	1,43	1,44
					39,10	29,20	1,44	
90,00%	10,00%	40,00	4,44	4,44	41,40	31,50	1,56	1,56
					41,60	31,70	1,57	
80,00%	20,00%	40,00	10,00	5,56	44,60	34,70	1,71	1,72
					44,70	34,80	1,72	
70,00%	30,00%	40,00	17,14	7,14	46,90	37,00	1,83	1,83
					47,00	37,10	1,83	
60,00%	40,00%	40,00	26,67	9,53	47,50	37,60	1,86	1,86
					47,40	37,50	1,85	
50,00%	50,00%	40,00	40,00	13,33	46,80	36,90	1,82	1,83
					46,90	37,00	1,83	
40,00%	60,00%	40,00	60,00	20,00	46,00	36,10	1,78	1,77
					45,30	35,40	1,75	

Gráfico porcentaje óptimo vs. Densidad aparente

Porcentaje máximo de agregado fino (%)	40,00%
Porcentaje máximo de agregado grueso (%)	60,00%
Porcentaje óptimo de agregado fino (%)	36,00%
Porcentaje óptimo de agregado grueso (%)	64,00%
Peso unitario máximo (gr/cm ³)	1,860
Peso unitario óptimo (gr/cm ³)	1,850

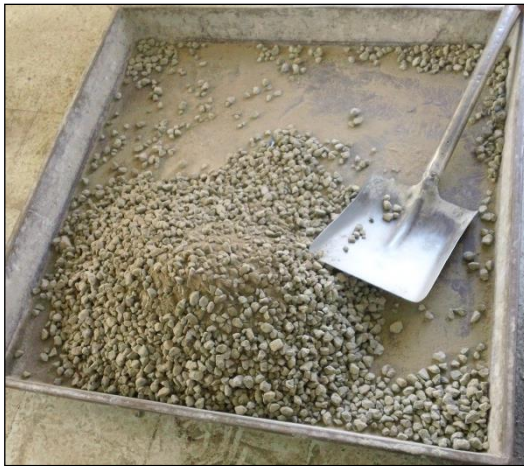
Tabla 11 Densidad aparente compactada de la mezcla

Detalle del ensayo de densidad aparente de la mezcla

- Mezclar los áridos en una bandeja metálica de acuerdo a las cantidades especificadas en la tabla respectiva.
- Se llena, el recipiente metálico con el agregado respectivo en tres capas de

espesores aproximadamente iguales, teniendo la última capa un exceso de árido por sobre el borde de la medida.

- Cada capa se compacta mediante 25 golpes con la varilla de punta redonda.
- En cada capa también se debe dar 9 golpes con el martillo de goma.
- Se apisona la primera capa en todo su espesor, y las capas superiores, haciendo penetrar el pisón en la capa inferior.
- Se elimina el exceso de árido empleando la varilla de punta redonda.
- Tomar el peso del conjunto
- Seguir el procedimiento anterior con la diferencia de que ahora para cada ensayo se irán incrementando las cantidades de material establecidas en la tabla respectiva.



*Imagen 8. Mezcla de agregados.
Fuente propia*



*Imagen 9. Compactación de la mezcla.
Fuente propia*

4.1.1.3 Ensayo de densidad relativa o gravedad específica y capacidad de absorción

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA : INGENIERÍA CIVIL				
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"				
DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO				
ORIGEN:	Cantera Alvarado- Ortíz (Península)			
ENSAYADO POR:	Bernarda Abril	FECHA:	19/oct/2015	
NORMA:	NTE INEN 856			
CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M1	Masa del picnómetro	gr	163,30	
M2	Masa del picnómetro + muestra SSS	gr	704,50	
M3	Masa del picnómetro + muestra SSS + agua	gr	989,90	
M4=M3-M2	Masa agua añadida	gr	285,40	
M5	Masa picnómetro + 500cc de agua	gr	650,90	
M6=M5-M1	Masa de 500cc de agua	gr	487,60	
DA=M6/500cm ³	Densidad del agua	gr/cm ³	0,98	
M7=M6-M4	Masa del agua desalojada por la muestra	gr	202,20	
M _{sss} =M2-M1	Masa del agregado	gr	541,20	
V _{sss} =M7/DA	Volumen del agua desalojada	cm ³	207,34	
DRA=M _{sss} /V _{sss}	Densidad real de la arena	gr/cm ³	2,61	
CÁLCULO DE LACAPACIDAD DE ABSORCIÓN				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M7	Masa del recipiente	gr	31,30	30,80
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	141,90	138,80
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	110,60	108,00
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	137,90	137,50
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	107,90	106,50
CA=(M9-M11)/M11)*100	Capacidad de absorción	%	2,50	1,41
P2=(CA1+CA2)/2	Capacidad de absorción promedio	%	1,96	

Tabla 12 Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino

La norma NTE INEN 856 determina el procedimiento para la determinación de la densidad relativa y capacidad de absorción del agregado fino resumido a continuación.

- Sumergir en agua por 24 h ± 4 h, una muestra de árido previamente secada, hasta conseguir una masa constante, con el propósito de llenar con agua sus poros.

- Se retira la muestra del agua, se seca el agua superficial de las partículas y se determina su masa.
- Colocar la muestra (o parte de esta) en un recipiente graduado y se determina el volumen de la muestra por el método gravimétrico o volumétrico.
- Finalmente, la muestra se seca al horno y se determina nuevamente su masa.
- Utilizando los valores de masa obtenidos y mediante las fórmulas de este método de ensayo, es posible calcular la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción. [16]

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
LABORATORIOS				
<i>"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"</i>				
DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO				
ORIGEN:	Cantera Alvarado- Ortiz (Península)			
ENSAYADO POR:	Bernarda Abril	FECHA:		
NORMA:	NTE INEN 857			
CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M1	Masa de la canastilla en el aire	gr	1239,00	
M2	Masa de la canastilla en el agua	gr	1079,00	
M3	Masa de la canastilla + muestra SSS en el aire	gr	5354,00	
M4	Masa de la canastilla + muestra SSS en el agua	gr	3628,00	
DA	Densidad real del agua	gr/cm ³	1,00	
M5 = M3-M1	Masa de la muestra SSS en el aire	gr	4115,00	
M6 = M4-M2	Masa de la muestra SSS en el agua	gr	2549,00	
VR=(M5-M6)/DA	Volumen real de la muestra	cm ³	1566,00	
DR=M5/VR	Densidad real	gr/cm ³	2,63	
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M7	Masa del recipiente	gr	31,20	30,80
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	151,60	132,70
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	120,40	101,90
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	148,20	130,40
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	117,00	99,60
CA=((M9-M11)/M11)*100	Capacidad de absorción	%	2,91	2,31
P2=(CA1+CA2)/2	Capacidad de absorción promedio	%	2,61	

Tabla 13 Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso

En el caso del agregado grueso la norma NTE INEN 857 determina un procedimiento similar al del agregado fino.



Imagen 10. Recolección del agregado grueso. Fuente propia



Imagen 11. Ensayo de densidad real del agregado grueso. Fuente propia



Imagen 12. Muestra de agregado fino Fuente propia



Imagen 13. Capacidad de absorción de los agregados. Fuente propia

4.1.2 Ensayo realizados al cemento

4.1.2.1 Gravedad específica del cemento

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA : INGENIERÍA CIVIL				
<i>"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"</i>				
DENSIDAD REAL DEL CEMENTO				
TIPO:	Cemento Holcim			
ENSAYADO POR:	Bernarda Abril	FECHA:	17/dic/2015	
NORMA:	NTE INEN 156			
CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M1	Masa del picnómetro	gr	162,00	152,70
M2	Masa del picnómetro + muestra	gr	312,00	334,30
M3	Masa del picnómetro + muestra + gasolina	gr	644,00	652,40
M4=M3-M2	Masa gasolina añadida	gr	332,00	318,10
M5	Masa picnómetro + 500cc de gasolina	gr	532,00	520,30
M6=M5-M1	Masa de 500cc de gasolina	gr	370,00	367,60
DG=M6/500cm ³	Densidad de la gasolina	gr/cm ³	0,74	0,74
M7=M6-M4	Masa de la gasolina desalojada por la muestra	gr	38,00	49,50
M _C =M2-M1	Masa del cemento	gr	150,00	181,60
V _G =M7/DG	Volumen de la gasolina desalojada	cm ³	51,35	67,33
DRC=M _C /V _G	Densidad real del cemento	gr/cm ³	2,92	2,70
	Densidad real promedio	gr/cm³	2,81	

Tabla 14 Densidad real del cemento

La norma empleada para este ensayo es NTE INEN156 que manifiesta lo siguiente:

- Llenar el picnómetro con gasolina hasta un punto inferior de la marca de aforo, introducir la muestra de cemento previamente pesada.
- Colocarlo en una posición inclinada y suavemente girarlo en círculos para liberar el aire hasta que ya no suban burbujas a la superficie del líquido.
- Complementar la gasolina hasta la marca de aforo, y pesar.
- Reciclar lo que más se pueda de gasolina y realizar los cálculos respectivos.

La determinación de la densidad de cemento hidráulico consiste en establecer la relación entre una masa de cemento y el volumen del líquido no reactivo que esta masa desplaza en el picnómetro. [17]

4.1.3 DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN

Para el cálculo de la dosificación del hormigón se empleó el método de la densidad óptima desarrollado por la Universidad Central del Ecuador.

Para la utilización del método de dosificación del hormigón es necesario contar con los siguientes datos obtenidos a través de ensayos de laboratorio.

- ✓ Densidad Real del Cemento (DRC)
- ✓ Densidad real de la Arena (DRA)
- ✓ Densidad real del Ripio (DRR)
- ✓ Densidad aparente de la Arena (DAA)
- ✓ Densidad aparente del Ripio (DAR)
- ✓ Porcentaje Óptimo de Arena (POA)
- ✓ Porcentaje Óptimo de Ripio (POR)
- ✓ Densidad Óptima de la Mezcla de Agregados (DOM)

DOSIFICACIÓN MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL						
DATOS DE ENSAYOS			DATOS DE TABLAS			
f'c	210	Kg/cm ²	W/C	0,58		
Asentamiento	6 - 9	cm	CP (%)	POV + 2% + 8%(POV)		
DRC	2,810	kg/dm ³	CÁLCULOS			
DRA	2,610	kg/dm ³	DRM	2,623	kg/dm ³	
DRR	2,630	kg/dm ³	POV	29,46	%	
DSA	1,470	kg/dm ³	CP	338,22	dm ³	
DSR	1,330	kg/dm ³	C	361,39	Kg	
POA	36	%	W	209,61	lts	
POR	64	%	A	621,81	kg	
DOM	1,850	kg/dm ³	R	1113,91	kg	
DOSIFICACIÓN AL PESO						
MATERIAL		CANTIDAD EN Kg POR CADA m ³ DE HORMIGÓN		DOSIFICACIÓN AL PESO		
W		209,61		0,58		
C		361,39		1,00		
A		621,81		1,72		
R		1113,91		3,08		
TOTAL		2306,72		kg/m ³ Densidad del Horm.		
DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN						
MATERIAL	CANTIDAD EN Kg POR CADA m ³ DE HORMIGÓN	DOSIFICACIÓN AL PESO	CANTIDAD EN Kg POR SACO DE CEMENTO	VOLUMEN APARENTE SUELTO EN dm ³ POR CADA SACO DE CEMENTO	DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN EN OBRA	
W	209,61	0,58	29,00	-	29,00	litros
C	361,39	1,00	50,00	-	1	saco
A	621,81	1,72	86,03	58,52	2,20	cajones
R	1113,91	3,08	154,11	115,87	4,30	cajones
VOLUMEN REAL DEL HORMIGÓN			319,14	dm ³ c/saco		
DIMENSIONES PARIHUELA: B = L = H = 3,00 dm			VOLUMEN PARIHUELA		27,00 dm ³	
NOMENCLATURA:						
DRC	Densidad Real del Cemento		CP (%)		Cantidad de Pasta en %	
DRA	Densidad Real de la Arena		DRM		Densidad Real de la Mezcla	
DRR	Densidad Real del Ripio		POV		Porcentaje Óptimo de Vacios	
DSA	Densidad Suelta de la Arena		CP		Cantidad de Pasta	
DSR	Densidad Suelta del Ripio		C		Cantidad de Cemento	
POA	Porcentaje Óptimo de Arena		W		Cantidad de Agua	
POR	Porcentaje Óptimo de Ripio		A		Cantidad de Arena	
DOM	Densidad Óptima de la Mezcla		R		Cantidad de Ripio	
W/C	Relación Agua Cemento					

Tabla 15 Dosificación del hormigón

Procedimiento

1. Selección de la relación agua/cemento.

Se selecciona la relación agua/cemento con la resistencia que se desea obtener a los 28 días de edad del hormigón.

Resistencia a compresión a 28 días de edad en Mpa (f'c)	Relación agua/cemento (W/C)
45	0,37

42	0,40
40	0,42
35	0,46
32	0,50
30	0,51
28	0,52
25	0,55
24	0,56
21	0,58
18	0,60

Tabla 16 Determinación de la relación agua/cemento

2. Densidad Real de la mezcla (DRM)

Se determina la densidad real de la mezcla de agregado fino y grueso empleando la siguiente ecuación. [18]

$$DRM = \frac{DRA * POA + DRR * POR}{100}$$

$$DRM = \frac{\left(2,61 \frac{kg}{dm^3} * 36\right) + \left(2,63 \frac{kg}{dm^3} * 64\right)}{100}$$

$$DRM = 2,623 \text{ kg /dm}^3$$

3. Porcentaje Óptimo de Vacíos (POV)

Se calcula el porcentaje de vacíos que deben ser llenados con pasta empleando la siguiente ecuación.

$$POV = \frac{DRM - DOM}{DRM} \times 100$$

$$POV = \frac{2.623 \frac{kg}{dm^3} - 1.85 \text{ kg/dm}^3}{2.623 \text{ kg/dm}^3} \times 100$$

$$POV = 29.47 \%$$

4. Cantidad de Pasta (CP)

La cantidad de pasta permite llenar los vacíos que deja el árido, añadiéndose una cantidad extra para cubrir todas las partículas de agregado presente (2%), además de proporcionar al hormigón trabajabilidad y plasticidad adecuadas y el asentamiento requerido. [18]

Asentamiento en cm	Cantidad de Pasta en %
0 – 3	POV + 2% + 3% (POV)
3 – 6	POV + 2% + 6% (POV)
6 – 9	POV + 2% + 8% (POV)
9 – 12	POV + 2% + 11% (POV)
12 - 15	POV + 2% + 13% (POV)

Tabla 17 Cantidad de Pasta según asentamiento

$$CP \% = POV + 2 \% + 8 \% (POV)$$

$$CP \% = 29.47 \% + 2 \% + 8 \% (29.47 \%)$$

$$CP \% = 33.82 \%$$

$$CP = \frac{CP \%}{100} \times 1000 \text{ dm}^3$$

$$CP = \frac{33.82 \%}{100} \times 1000 \text{ dm}^3$$

$$CP = 338.22 \text{ dm}^3$$

5. Cantidad de Cemento (C)

$$C = \frac{CP}{\frac{W}{C} + \frac{1}{DRC}}$$

$$C = \frac{338.22 \text{ dm}^3}{0.58 + \frac{1}{2.81 \text{ kg /dm}^3}}$$

$$C = 361.39 \text{ kg}$$

Se obtiene un valor de masa de cemento por cada metro cúbico de hormigón (kg/m3)

6. Cantidad de Agua (W)

$$W = \frac{W}{C} * C$$

$$W = 0.58 * 361.39 \text{ kg}$$

$$W = 209.61 \text{ kg}$$

Se obtiene un valor de masa de agua por cada metro cúbico de hormigón (kg/m3)

7. Cantidad de Arena (A)

$$A = (1000 - CP) * \frac{DRA * POA}{100}$$

$$A = (1000 - 338.22 \text{ dm}^3) * \frac{2.61 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} * 36 \%}{100}$$

$$A = 621.81 \text{ kg}$$

Se obtiene un valor de masa de arena por cada metro cúbico de hormigón (kg/m3)

8. Cantidad de Ripio (R)

$$R = (1000 - CP) * \frac{DRR * POR}{100}$$

$$R = (1000 - 338.22 \text{ dm}^3) * \frac{2.63 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} * 64 \%}{100}$$

$$R = 1113.91 \text{ kg}$$

Se obtiene un valor de masa de ripio por cada metro cúbico de hormigón (kg/m³)

9. Dosificación al peso

Se determina la masa de cada componente por m³, se debe considerar que los agregados tienen que estar en condición de saturado superficie seca (SSS).

Estos factores se los obtienen dividiendo cada uno de los materiales determinados para el valor del cemento.

$$\text{Dosificación de un material} = \frac{\text{cantidad del material}}{\text{cantidad de cemento}}$$

Dosificación al peso de los materiales

$$W = \frac{209.61}{361.39}$$

$$W = 0.58$$

$$C = \frac{361.39}{361.39}$$

$$C = 1$$

$$A = \frac{621.81}{361.39}$$

$$A = 1.72$$

$$R = \frac{1113.91}{361.39}$$

$$R = 3.08$$

10. Corrección de la dosificación.

Se debe determinar el contenido de humedad de los materiales pétreos, siguiendo los parámetros establecidos en la norma NTE INEN 856 – 857.

Obtenidos los porcentajes de humedad de los agregados se procede a realizar las correcciones por humedad de los diseños de mezclas, con la utilización de las siguientes formulas:

$$Arena = Masa (arena) * \frac{100 + \%humedad (arena)}{100 + \%absorción (arena)}$$

$$Ripio = Masa (ripio) * \frac{100 + \%humedad (ripio)}{100 + \%absorción (ripio)}$$

Toma de muestras de la dosificación del hormigón

Para la recolección de muestras de hormigón fresco se utiliza las siguientes normas INEN 1855-ASTM C172, INEN 1576, INEN 1765 – ASTM C31, detalladas a continuación:

- Utilizar moldes no absorbentes ni deformables, de 15cm de diámetro por 30cm de altura.
- Antes de llenar los moldes, las muestras deberán ser completamente remezcladas en una bandeja grande, carretilla u otra superficie limpia y no absorbente.
- Llenar los moldes en 3 capas dando 25 golpes en cada capa, con la varilla usada en el ensayo de Abrams.
- Finalizada la compactación de cada capa se debe golpear ligeramente el molde de 10 a 15 veces en la parte lateral con un martillo de goma para eliminar los huecos dejados por el varillado y las burbujas de aire.
- Enrasar y alisar la superficie.

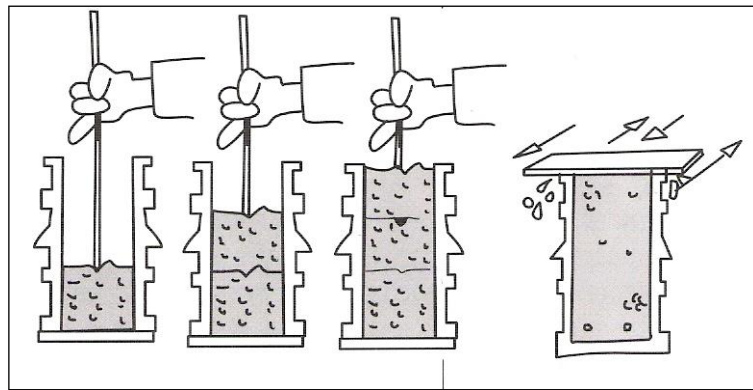


Imagen 14. Toma de muestras cilíndricas de hormigón [18]

Ensayo de Cilindros

Compresión Cilindros: ASTM C39

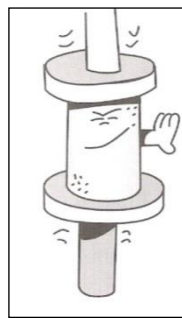


Imagen 15. Ensayo a compresión [19]

En los días determinados (14 y 28 días) medir el diámetro del cilindro, y en la parte superior e inferior de los cilindros colocar las placas de neopreno para posteriormente ensayarlos en la máquina de compresión.

- Los cálculos obtenidos de la máquina de compresión transformar a kilogramos.
- Sacar un promedio de las resistencias obtenidas de cada edad indicada.

4.1.3.1 DOSIFICACIÓN SEGÚN EL MATERIAL RECICLADO

Dosificación empleando Hormigón Reciclado

HORMIGÓN 210KG/CM2		
MATERIAL	DOSIF. PESO	CANTIDAD KG.
W	0,58	8,31
C	1,00	14,40
A	1,72	20,64
R	3,08	36,96

Tabla 18 Dosificación Hormigón 210kg/cm2

Para realizar la dosificación utilizando el hormigón reciclado como reemplazo del agregado grueso se consideró que la densidad del agregado grueso es similar a la del hormigón reciclado por lo que se puede realizar una dosificación al peso.

Con la cantidad de agregado grueso en kilogramos se realizó una regla de tres simple para conocer la proporción que se va a reemplazar por el material reciclado, y así completar la cantidad de agregado para realizar la dosificación del hormigón, este proceso se lo realizó para todas las proporciones 25 – 50 – 75 y 100%.

Ejemplo para la proporción de 25 % de Hormigón Reciclado (HR)

R = 36,96 kg. (Cantidad total de agregado grueso)

36,96 kg → 100 %

X → 25 %

X = 9,24 kg. (25 % HR)

En la tabla se detalla la dosificación utilizada en proporción de 25 % HR

HORMIGÓN RECICLADO		
MATERIAL	DOSIF. PESO	CANTIDAD KG.
W	0,58	8,31
C	1,00	14,40
A	1,72	20,64
R	3,08	27,72
HR		9,24

Tabla 19 Resumen de dosificación 25% HR

Nomenclatura

W = Cantidad de agua

C = Cantidad de cemento

A = Cantidad de arena

R = Cantidad de ripio

HR = cantidad de hormigón reciclado



*Imagen 16. Pesar el material reciclado
Fuente propia*



*Imagen 17. Materiales a emplearse
Fuente propia*



*Imagen 18. Mezcla del material
Fuente propia*



*Imagen 19. Cilindros de hormigón
reciclado. Fuente propia*

Dosificación empleando Vidrio Templado

HORMIGÓN 210KG/CM2		
MATERIAL	DOSIF. PESO	CANTIDAD KG.
W	0,58	8,31
C	1,00	14,40
A	1,72	20,64
R	3,08	36,96

Tabla 20 Dosificación con vidrio templado

En este caso por la diferencia de densidades entre el agregado grueso y el vidrio templado no es posible realizar un reemplazo al peso si no al volumen.

Para realizar el reemplazo del agregado grueso por el vidrio templado se realizó de la siguiente manera:

- Se escogió un recipiente apto para el reemplazo
- Pesar y tomar las dimensiones del recipiente
- Llenar totalmente el recipiente con agregado grueso, enrasar y pesar
- Se calcula la diferencia entre el peso obtenido anteriormente con la cantidad que necesitamos de agregado grueso de la dosificación.
- Con la diferencia calculada se realiza el mismo proceso en un recipiente más pequeño.
- Se divide la altura del recipiente en cuatro partes iguales para poder calcular la proporción del material reciclado a reemplazarse (25 – 50 – 75 y 100%), realizamos lo mismo para la diferencia obtenida del agregado con el recipiente más pequeño.
- Se retira la proporción de agregado grueso del recipiente y se lo reemplaza al volumen con el material reciclado en este caso vidrio templado.
- Se procede a la elaboración del hormigón reciclado.



*Imagen 20. Material reciclado
Fuente propia*



*Imagen 21. Materiales a utilizarse
Fuente propia*



*Imagen 22. Mezcla del material
Fuente propia*



*Imagen 23. Elaboración de muestras
Fuente propia*

Dosificación utilizando Policarbonato

HORMIGÓN 210KG/CM2		
MATERIAL	DOSIF. PESO	CANTIDAD KG.
W	0,58	8,31
C	1,00	14,40
A	1,72	20,64
R	3,08	36,96

Tabla 21 Dosificación con Policarbonato

El procedimiento es similar al utilizado con el vidrio templado ya que no es posible el reemplazo de agregado grueso al peso por el material reciclado si no al volumen.



*Imagen 24. Material reciclado
Fuente propia*



*Imagen 25. Material a utilizarse
Fuente propia*



*Imagen 26. Mezcla del material
Fuente propia*



*Imagen 27. Elaboración de muestras
Fuente propia*

4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

- **Interpretación de datos de los ensayos realizados a los agregados**

Luego de realizados los ensayos correspondientes a los agregados finos y gruesos se establece que estos cumplen los criterios de las normas utilizadas para la elaboración de un hormigón de 210 kg/cm²

- **Interpretación de datos de ensayos realizados al cemento**

Una vez encontrada la densidad real del cemento a utilizarse, se determina que el cemento es apto para realizar un hormigón de 210kg/cm².

Después de elaborar las muestras con material reciclado (vidrio templado, policarbonato y hormigón reciclado) en diferentes proporciones de 25- 50 -75 y 100 % en reemplazo del agregado grueso se pudo comparar la resistencia a compresión a los 14 y 28 días de edad con las muestras realizadas con un hormigón tradicional de 210 kg/cm², obteniendo los resultados detallados a continuación:

4.2.1 Resultados del ensayo a compresión con Hormigón Reciclado 25 % (HR)

4.2.1.1 Resultados a los 14 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			28/ene/2016			
ENSAYADO POR:			FECHA DE ENSAYO:			12/feb/2016			
25% HORMIGÓN RECICLADO (14 DÍAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Peso de moldes		kg		Pesos		
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg			kg	Pesos	kg	Peso	
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1		20,8	Peso molde 1	7,8	Cilindro 1	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2		18,4	Peso molde 2	6,2	Cilindro 2	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3		20,8	Peso molde 3	8	Cilindro 3	
R	3,08	36,96	Peso promedio		20	Peso promedio	7	Peso promedio	
					Peso en estado fresco	12,7	Peso en estado endurecido		
								12,3	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
310,7	31070	15,2	15,2	181,46	175,9	177,87	2326,83	2265,59	0,00544
323,3	32330	15,1		179,08	182,9				
308,8	30880	15,3		183,85	174,8				

Tabla 22 Ensayo a compresión 25 % HR

4.2.1.2 Resultados a los 28 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			28/ene/2016			
ENSAYADO POR:			FECHA DE ENSAYO:			26/feb/2016			
25% HORMIGÓN RECICLADO (28 DÍAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Pesos		kg		Pesos		
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg			kg	Pesos	kg	Cilindros	
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1		18,6	Peso molde 1	6,6	Cilindro 1	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2		18,8	Peso molde 2	6,4	Cilindro 2	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3		19,0	Peso molde 3	6,6	Cilindro 3	
R	3,08	36,96	Peso promedio		18,8	Peso promedio	7	Peso promedio	
					Peso en estado fresco	12,3	Peso en estado endurecido		
								12,1	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
438,9	43890	15,2	15,23	181,46	248,4	244,97	2243,50	2213,01	0,00547
447,8	44780	15,2		181,46	253,4				
411,9	41193	15,3		183,85	233,1				

Tabla 23 Ensayo a compresión 25 % HR

4.2.2 Resultados del ensayo a compresión con Hormigón Reciclado 50 % (HR)

4.2.2.1 Resultados a los 14 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			28/ene/2016			
ENSAYADO POR:			Bernarda Abril			FECHA DE ENSAYO:			
						12/feb/2016			
50% HORMIGÓN RECICLADO (14 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Peso de moldes		kg		Pesos		
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1		20,6		Peso molde 1		
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2		18,4		Peso molde 2		
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3		20,5		Peso molde 3		
R	3,08	36,96	Peso promedio		19,8		Peso promedio		
			Peso en estado fresco		12,5		Peso en estado endurecido		
							12,0		
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
317,85	31785	15,2	15,2	181,46	172,38	174,31	2296,21	2198,24	0,00544
326,85	32685	15,1		179,08	179,25				
303,23	30323	15,3		183,85	171,31				

Tabla 24 Ensayo a compresión 50 % HR

4.2.2.2 Resultados a los 28 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			28/ene/2016			
ENSAYADO POR:			Bernarda Abril			FECHA DE ENSAYO:			
						26/feb/2016			
50% HORMIGÓN RECICLADO (28 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Pesos		kg		Pesos		
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1		19,0		Peso molde 1		
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2		19,0		Peso molde 2		
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3		19,1		Peso molde 3		
R	3,08	36,96	Peso promedio		19		Peso promedio		
			Peso en estado fresco		12,5		Peso en estado endurecido		
							12,1		
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
423,8	42380	15,0	15,07	176,71	223,6	220,27	2337,03	2262,25	0,00535
435,8	43580	15,1		179,08	228,1				
404,3	40430	15,1		179,08	209,1				

Tabla 25 Ensayo a compresión 50% HR

4.2.3 Resultados del ensayo a compresión con Hormigón Reciclado 75 % (HR)

4.2.3.1 Resultados a los 14 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			28/ene/2016			
ENSAYADO POR:			Bernarda Abril			FECHA DE ENSAYO:			
						12/feb/2016			
75% HORMIGÓN RECICLADO (14 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Peso de moldes		kg		Pesos		
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1		19,9		Peso molde 1		
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2		18,7		Peso molde 2		
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3		19,6		Peso molde 3		
R	3,08	36,96	Peso promedio		19		Peso promedio		
			Peso en estado fresco		12,1		Peso en estado endurecido		
							12,0		
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga KN	Carga kg	Diámetro cm	Diámetro promedio cm	Area cm2	Resistencia kg/cm2	Resistencia Media kg/cm2	Densidad Media en estado Fresco kg/m3	Densidad Media en estado Endurecido kg/m3	VOLUMEN DEL CILINDRO m3
316,9	31690	15,1	15,1	179,08	168,94	170,83	2246,06	2227,45	0,00537
325,4	32540	15,0		176,71	175,67				
304,7	30470	15,2		181,46	167,89				

Tabla 26 Ensayo a compresión 75% HR

4.2.3.2 Resultados a los 28 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			28/ene/2016			
ENSAYADO POR:			Bernarda Abril			FECHA DE ENSAYO:			
						26/feb/2016			
75% HORMIGÓN RECICLADO (28 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Pesos		kg		Pesos		
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg					Cilindros		
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1		18,9		Peso molde 1		
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2		18,8		Peso molde 2		
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3		19,3		Peso molde 3		
R	3,08	36,96	Peso promedio		19,0		Peso promedio		
			Peso en estado fresco		12,5		Peso en estado endurecido		
							12,0		
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga KN	Carga kg	Diámetro cm	Diámetro promedio cm	Area cm2	Resistencia kg/cm2	Resistencia Media kg/cm2	Densidad Media en estado Fresco kg/m3	Densidad Media en estado Endurecido kg/m3	VOLUMEN DEL CILINDRO m3
425,8	42580	15,0	15,1	176,71	221,4	218,07	2320,52	2227,45	0,00537
433,7	43370	15,2		181,46	225,8				
403,6	40360	15,1		179,08	207,0				

Tabla 27 Ensayo a compresión 75 % HR

4.2.4 Resultados del ensayo a compresión con Hormigón Reciclado 100 % (HR)

4.2.4.1 Resultados a los 14 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			28/ene/2016			
ENSAYADO POR:			Bernarda Abril			FECHA DE ENSAYO:			
						12/feb/2016			
100% HORMIGÓN RECICLADO (14 DÍAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Peso de moldes		kg		Pesos		
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg			kg	Pesos	kg	Peso	
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1		20,6	Peso molde 1	7,8	Cilindro 1	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2		18,7	Peso molde 2	6,2	Cilindro 2	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3		20,5	Peso molde 3	8	Cilindro 3	
R	3,08	36,96	Peso promedio		19,9	Peso promedio	7	Peso promedio	
					Peso en estado fresco	12,6	Peso en estado endurecido		
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
315,8	31580	15,2	15,2	181,46	163,50	169,86	2314,58	2228,86	0,00544
324,6	32460	15,1		179,08	172,90				
302,5	30250	15,3		183,85	173,19				

Tabla 28 Ensayo a compresión 100 % HR

4.2.4.2 Resultados a los 28 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			28/ene/2016			
ENSAYADO POR:			Bernarda Abril			FECHA DE ENSAYO:			
						26/feb/2016			
100% HORMIGÓN RECICLADO (28 DÍAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Pesos		kg		Pesos		
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg			kg	Pesos	kg	Cilindros	
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1		19,0	Peso molde 1	6,6	Cilindro 1	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2		18,6	Peso molde 2	6,4	Cilindro 2	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3		19,1	Peso molde 3	6,6	Cilindro 3	
R	3,08	36,96	Peso promedio		18,9	Peso promedio	7	Peso promedio	
					Peso en estado fresco	12,4	Peso en estado endurecido		
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
423,7	42370	15,0	15,1	176,71	215,5	217,07	2301,91	2184,02	0,00537
432,6	43260	15,2		181,46	218,78				
402,5	40250	15,1		179,08	216,9				

Tabla 29 Ensayo a compresión 100% HR

4.2.5 Resultados del ensayo a compresión con Vidrio Templado 25 % (VT)

4.2.5.1 Resultados a los 14 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:		FAIRIS		FECHA DE ELABORACIÓN:		28/ene/2016			
ENSAYADO POR:		Bernarda Abril		FECHA DE ENSAYO:		12/feb/2016			
25% VIDRIO TEMPLADO (14 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Peso de moldes		kg		Pesos		
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg			kg	Pesos	kg	Peso	
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1		20,8	Peso molde 1	7,8	Cilindro 1	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2		18,5	Peso molde 2	6,2	Cilindro 2	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3		20,8	Peso molde 3	8	Cilindro 3	
R	3,08	36,96	Peso promedio		20,0	Peso promedio	7	Peso promedio	
					Peso en estado fresco	12,7	Peso en estado endurecido		
								12,2	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
417,1	41710	15,25	15,25	182,65	236,0	236,03	2317,68	2226,43	0,00548
421,2	42120	15,2		181,46	235,7				
416,5	41650	15,3		183,85	236,4				

Tabla 30 Ensayo a compresión 25 % VT

4.2.5.2 Resultados a los 28 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:		FAIRIS		FECHA DE ELABORACIÓN:		28/ene/2016			
ENSAYADO POR:		Bernarda Abril		FECHA DE ENSAYO:		26/feb/2016			
25% VIDRIO TEMPLADO (28 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Pesos		kg		Pesos		
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg			kg	Pesos	kg	Cilindros	
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1		19,0	Peso molde 1	6,6	Cilindro 1	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2		19,0	Peso molde 2	6,4	Cilindro 2	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3		19,1	Peso molde 3	6,6	Cilindro 3	
R	3,08	36,96	Peso promedio		19,0	Peso promedio	7	Peso promedio	
					Peso en estado fresco	12,5	Peso en estado endurecido		
								12,1	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
477,0	47700	15,0	15,1	176,71	269,9	262,30	2326,72	2252,27	0,00537
453,3	45330	15,2		181,46	256,5				
460,38	46038	15,1		179,08	260,5				

Tabla 31 Ensayo a compresión 25 % VT

4.2.6 Resultados del ensayo a compresión con Vidrio Templado 50 % (VT)

4.2.6.1 Resultado a los 14 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:		FAIRIS		FECHA DE ELABORACIÓN:		28/ene/2016			
ENSAYADO POR:		Bernarda Abril		FECHA DE ENSAYO:		12/feb/2016			
50% VIDRIO TEMPLADO (14 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Peso de moldes	kg	Pesos	kg	Peso	kg	
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1	20,6	Peso molde 1	7,8	Cilindro 1	12,1	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2	18,4	Peso molde 2	6,2	Cilindro 2	12,2	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3	20,7	Peso molde 3	8	Cilindro 3	12,3	
R	3,08	36,96	Peso promedio	19,9	Peso promedio	7	Peso promedio	12,2	
				Peso en estado fresco	12,6	Peso en estado endurecido		12,2	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
278,9	27890	15,1	15,2	179,08	157,8	156,73	2308,46	2241,10	0,00544
275,7	27570	15,3		183,85	156,0				
276,4	27640	15,2		181,46	156,4				

Tabla 32 Ensayo a compresión 50 % VT

4.2.6.2 Resultado a los 28 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:		FAIRIS		FECHA DE ELABORACIÓN:		28/ene/2016			
ENSAYADO POR:		Bernarda Abril		FECHA DE ENSAYO:		26/feb/2016			
50% VIDRIO TEMPLADO (28 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Pesos	kg	Pesos	kg	Cilindros	kg	
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1	19,0	Peso molde 1	6,6	Cilindro 1	11,8	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2	18,8	Peso molde 2	6,4	Cilindro 2	12,2	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3	19,1	Peso molde 3	6,6	Cilindro 3	12,4	
R	3,08	36,96	Peso promedio	19,0	Peso promedio	7	Peso promedio	12,13	
				Peso en estado fresco	12,4	Peso en estado endurecido		12,1	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
341,3	34130	15,0	15,03	176,71	193,1	199,37	2334,89	2278,55	0,00533
346,7	34670	15		176,71	196,2				
368,9	36890	15,1		179,08	208,8				

Tabla 33 Ensayo a compresión 50 % VT

4.2.7 Resultados del ensayo a compresión con Vidrio Templado 75 % (VT)

4.2.7.1 Resultado a los 14 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:	FAIRIS		FECHA DE ELABORACIÓN:		28/ene/2016				
ENSAYADO POR:	Bernarda Abril		FECHA DE ENSAYO:		12/feb/2016				
75% VIDRIO TEMPLADO (14 DIAS DEEDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Peso de moldes	kg	Pesos	kg	Peso	kg	
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1	20,7	Peso molde 1	7,8	Cilindro 1	12,2	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2	18,4	Peso molde 2	6,2	Cilindro 2	12,3	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3	20,7	Peso molde 3	8	Cilindro 3	12,0	
R	3,08	36,96	Peso promedio	19,9	Peso promedio	7	Peso promedio	12,2	
				Peso en estado fresco	12,6	Peso en estado endurecido		12,2	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga KN	Carga kg	Diámetro cm	Diámetro promedio cm	Area cm2	Resistencia kg/cm2	Resistencia Media kg/cm2	Densidad Media en estado Fresco kg/m3	Densidad Media en estado Endurecido kg/m3	VOLUMEN DEL CILINDRO m3
275,6	27560	15,0	15,13	176,71	155,9	154,60	2335,02	2254,71	0,00540
272,59	27259	15,2		181,46	154,2				
271,6	27160	15,2		181,46	153,7				

Tabla 34 Ensayo a compresión 75 % VT

4.2.7.2 Resultado a los 28 días

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:	FAIRIS		FECHA DE ELABORACIÓN:		28/ene/2016				
ENSAYADO POR:	Bernarda Abril		FECHA DE ENSAYO:		26/feb/2016				
75% VIDRIO TEMPLADO (28 DIAS DEEDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Pesos	kg	Pesos	kg	Cilindros	kg	
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1	18,7	Peso molde 1	6,6	Cilindro1	11,2	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2	18,7	Peso molde 2	6,4	Cilindro 2	11,8	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3	19,1	Peso molde 3	6,6	Cilindro 3	12,0	
R	3,08	36,96	Peso promedio	18,8	Peso promedio	7	Peso promedio	11,7	
				Peso en estado fresco	12,3	Peso en estado endurecido		11,7	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga KN	Carga kg	Diámetro cm	Diámetro promedio cm	Area cm2	Resistencia kg/cm2	Resistencia Media kg/cm2	Densidad Media en estado Fresco kg/m3	Densidad Media en estado Endurecido kg/m3	VOLUMEN DEL CILINDRO m3
305,9	30590	15,0	15,07	176,71	172,9	171,20	2299,64	2181,23	0,00535
302,36	30236	15,1		179,08	170,9				
298,4	29840	15,1		179,08	169,8				

Tabla 35 Ensayo a compresión 75 % VT

4.2.8 Resultados del ensayo a compresión con Vidrio Templado 100 % (VT)

4.2.8.1 Resultado a los 14 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:		FAIRIS		FECHA DE ELABORACIÓN:		28/ene/2016			
ENSAYADO POR:		Bernarda Abril		FECHA DE ENSAYO:		12/feb/2016			
100% VIDRIO TEMPLADO (14 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Peso de moldes		kg		Pesos		
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg			kg	Pesos	kg	Peso	
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1		20,6	Peso molde 1	7,8	Cilindro 1	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2		18,4	Peso molde 2	6,2	Cilindro 2	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3		20,6	Peso molde 3	8	Cilindro 3	
R	3,08	36,96	Peso promedio		19,9	Peso promedio	7	Peso promedio	
					Peso en estado fresco	12,5	Peso en estado endurecido		
								12,2	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga KN	Carga kg	Diámetro cm	Diámetro promedio cm	Area cm2	Resistencia kg/cm2	Resistencia Media kg/cm2	Densidad Media en estado Fresco kg/m3	Densidad Media en estado Endurecido kg/m3	VOLUMEN DEL CILINDRO m3
275,2	27520	15,3	15,27	183,85	155,8	151,90	2282,27	2215,50	0,00549
268,7	26870	15,2		181,46	152,1				
261,2	26120	15,3		183,85	147,8				

Tabla 36 Ensayo a compresión 100 % VT

4.2.8.2 Resultado a los 28 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:		FAIRIS		FECHA DE ELABORACIÓN:		28/ene/2016			
ENSAYADO POR:		Bernarda Abril		FECHA DE ENSAYO:		26/feb/2016			
100% VIDRIO TEMPLADO (28 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Pesos		kg		Pesos		
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg			kg	Pesos	kg	Cilindros	
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1		18,7	Peso molde 1	6,6	Cilindro1	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2		18,8	Peso molde 2	6,4	Cilindro 2	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3		19,0	Peso molde 3	6,6	Cilindro 3	
R	3,08	36,96	Peso promedio		18,8	Peso promedio	7	Peso promedio	
					Peso en estado fresco	12,3	Peso en estado endurecido		
								12,1	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga KN	Carga kg	Diámetro cm	Diámetro promedio cm	Area cm2	Resistencia kg/cm2	Resistencia Media kg/cm2	Densidad Media en estado Fresco kg/m3	Densidad Media en estado Endurecido kg/m3	VOLUMEN DEL CILINDRO m3
287,2	28720	15,1	15,07	179,08	162,5	167,57	2299,64	2268,48	0,00535
305,7	30570	15		176,71	173				
295,4	29540	15,1		179,08	167,2				

Tabla 37 Ensayo a compresión 100 % VT

4.2.9 Resultados del ensayo a compresión con Policarbonato 25 % (PC)

4.2.9.1 Resultado a los 14 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			01/feb/2016			
ENSAYADO POR:			FECHA DE ENSAYO:			16/feb/2016			
25% POLICARBONATO (14 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Peso de moldes	kg	Pesos	kg	Peso	kg	
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1	20,6	Peso molde 1	7,8	Cilindro 1	12,1	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2	18,4	Peso molde 2	6,2	Cilindro 2	12,0	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3	20,8	Peso molde 3	8	Cilindro 3	12,0	
R	3,08	36,96	Peso promedio	19,9	Peso promedio	7	Peso promedio	12,0	
				Peso en estado fresco	12,6	Peso en estado endurecido		12,0	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
310,0	31000	15,2	15,17	181,46	152,8	151,91	2324,77	2220,83	0,00542
303,3	30330	15,1		179,08	152,1				
319,6	31956	15,2		181,46	150,8				

Tabla 38 Ensayo a compresión 25 % PC

4.2.9.2 Resultado a los 28 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			01/feb/2016			
ENSAYADO POR:			FECHA DE ENSAYO:			29/feb/2016			
25% POLICARBONATO (28 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Pesos	kg	Pesos	kg	Cilindros	kg	
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1	18,6	Peso molde 1	6,6	Cilindro 1	11,9	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2	20,8	Peso molde 2	6,4	Cilindro 2	11,8	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3	20,5	Peso molde 3	6,6	Cilindro 3	11,5	
R	3,08	36,96	Peso promedio	20,0	Peso promedio	7	Peso promedio	11,7	
				Peso en estado fresco	13,4	Peso en estado endurecido		11,7	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
339,6	33960	15,2	15,13	181,46	192,1	194,57	2489,45	2173,17	0,00540
347,7	34774	15,1		179,08	196,8				
344,2	34420	15,1		179,08	194,8				

Tabla 39 Ensayo a compresión 25 % PC

4.2.10 Resultados del ensayo a compresión con Policarbonato 50 % (PC)

4.2.10.1 Resultado a los 14 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			01/feb/2016			
ENSAYADO POR:			FECHA DE ENSAYO:			16/feb/2016			
50% POLICARBONATO (14 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Peso de moldes	kg	Pesos	kg	Peso	kg	
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1	19,8	Peso molde 1	7,8	Cilindro 1	11,8	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2	17,9	Peso molde 2	6,2	Cilindro 2	12,0	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3	19,6	Peso molde 3	8	Cilindro 3	11,7	
R	3,08	36,96	Peso promedio	19,1	Peso promedio	7	Peso promedio	11,8	
				Peso en estado fresco	11,8	Peso en estado endurecido		11,8	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
312,7	31270	15,0	15,03	176,71	123,5	115,92	2209,69	2222,21	0,00533
308,9	30890	15,1		179,08	111,12				
309,3	30930	15,0		176,71	113,18				

Tabla 40 Ensayo a compresión 50 % PC

4.2.10.2 Resultado a los 28 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			01/feb/2016			
ENSAYADO POR:			FECHA DE ENSAYO:			29/feb/2016			
50% POLICARBONATO (28 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Pesos	kg	Pesos	kg	Cilindros	kg	
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1	18,6	Peso molde 1	6,6	Cilindro 1	11,4	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2	18,5	Peso molde 2	6,4	Cilindro 2	11,5	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3	18,7	Peso molde 3	6,6	Cilindro 3	11,3	
R	3,08	36,96	Peso promedio	19	Peso promedio	7	Peso promedio	11,40	
				Peso en estado fresco	12	Peso en estado endurecido		11,4	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
330,6	33060	15,1	15,13	179,08	154,3	144,90	2236,18	2112,64	0,00540
332,7	33270	15,2		181,46	138,9				
328,5	32850	15,1		179,08	141,47				

Tabla 41 Ensayo a compresión 50 % PC

4.2.11 Resultados del ensayo a compresión con Policarbonato 75 % (PC)

4.2.11.1 Resultado a los 14 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			01/feb/2016			
ENSAYADO POR:			FECHA DE ENSAYO:			16/feb/2016			
75% POLICARBONATO (14 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Peso de moldes	kg	Pesos	kg	Peso	kg	
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1	20,5	Peso molde 1	7,8	Cilindro 1	10,5	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2	18,1	Peso molde 2	6,2	Cilindro 2	10,9	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3	20,5	Peso molde 3	8	Cilindro 3	11,1	
R	3,08	36,96	Peso promedio	19,7	Peso promedio	7	Peso promedio	10,8	
				Peso en estado fresco	12,4	Peso en estado endurecido		10,8	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
310,9	31090	15	15,07	176,71	107,0	106,95	2312,10	2025,43	0,00535
311,8	31180	15,1		179,08	108,89				
299,6	29960	15,1		179,08	104,95				

Tabla 42 Ensayo a compresión 75 % PC

4.2.11.2 Resultado a los 28 días

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			01/feb/2016			
ENSAYADO POR:			FECHA DE ENSAYO:			29/feb/2016			
75% POLICARBONATO (28 DIAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Pesos	kg	Pesos	kg	Cilindros	kg	
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1	19,1	Peso molde 1	6,6	Cilindro 1	11,1	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2	19,0	Peso molde 2	6,4	Cilindro 2	10,7	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3	19,2	Peso molde 3	6,6	Cilindro 3	10,5	
R	3,08	36,96	Peso promedio	19,1	Peso promedio	7	Peso promedio	10,8	
				Peso en estado fresco	12,6	Peso en estado endurecido		10,8	
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
330,6	33060	15,0	15,07	176,71	133,8	133,27	2349,50	2012,96	0,00535
331,7	33170	15,1		179,08	134,9				
327,9	32790	15,1		179,08	131,18				

Tabla 43 Ensayo a compresión 75 % PC

4.2.12 Resultados del ensayo a compresión con Policarbonato 100 % (PC)

4.2.12.1 Resultado a los 14 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			01/feb/2016			
ENSAYADO POR:			FECHA DE ENSAYO:			16/feb/2016			
100% POLICARBONATO (14 DIAS DEEDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Peso de moldes	kg	Pesos	kg	Peso	kg	
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1	20,6	Peso molde 1	7,8	Cilindro 1	10,3	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2	18,4	Peso molde 2	6,2	Cilindro 2	10,5	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3	20,6	Peso molde 3	8	Cilindro 3	10,2	
R	3,08	36,96	Peso promedio	19,9	Peso promedio	7	Peso promedio	10,3	
				Peso en estado fresco	12,5			Peso en estado endurecido	10,3
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
308,7	30870	15,1	15,13	179,08	102,9	98,81	2322,66	1914,96	0,00540
310,4	31040	15,2		181,46	92,6				
307,9	30790	15,1		179,08	100,9				

Tabla 44 Ensayo a compresión 100 % PC

4.2.12.2 Resultado a los 28 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"									
ORIGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			01/feb/2016			
ENSAYADO POR:			FECHA DE ENSAYO:			29/feb/2016			
100% POLICARBONATO (28 DIAS DEEDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM2			Pesos	kg	Pesos	kg	Cilindros	kg	
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1	18,7	Peso molde 1	6,6	Cilindro1	10,1	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2	18,8	Peso molde 2	6,4	Cilindro 2	10,2	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3	19,0	Peso molde 3	6,6	Cilindro 3	10,3	
R	3,08	36,96	Peso promedio	18,8	Peso promedio	7	Peso promedio	10,2	
				Peso en estado fresco	12,3			Peso en estado endurecido	10,2
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/m3	kg/m3	m3
328,9	32890	15,0	15,1	176,71	128,6	123,47	2289,50	1898,61	0,00537
275,6	27560	15,2		181,46	115,75				
326,8	32680	15,1		179,08	126,04				

Tabla 45 Ensayo a compresión 100% PC

4.2.13 Resultados del ensayo a compresión hormigón 210 kg/cm²

4.2.13.1 Resultado a los 14 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
<i>"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"</i>									
ORGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			20/ene/2016			
ENSAYADO POR:			FECHA DE ENSAYO:			04/feb/2016			
HORMIGÓN NORMAL (14 DÍAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM ²			Peso de moldes	kg	Pesos	kg	Peso	kg	
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1	20,7	Peso molde 1	7,8	Cilindro 1	12,2	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2	19,1	Peso molde 2	6,2	Cilindro 2	12,1	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3	20,6	Peso molde 3	8	Cilindro 3	12,3	
R	3,08	36,96	Peso promedio	20	Peso promedio	7	Peso promedio	12,20	
				Peso en estado fresco	12,8			Peso en estado endurecido	12,2
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ³	kg/m ³	m ³
488,9	48890	15,2	15,17	181,46	257,3	248,67	2361,67	2250,96	0,00542
452,8	45280	15,1		179,08	247,9				
441,9	44190	15,2		181,46	240,8				

Tabla 46 Ensayo a compresión hormigón 210kg/cm²

4.2.13.2 Resultado a los 28 días


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
<i>"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGÓN PREPARADO CON POLICARBONATO, VIDRIO TEMPLADO, Y HORMIGÓN RECICLADO"</i>									
ORGEN:			FECHA DE ELABORACIÓN:			20/ene/2016			
ENSAYADO POR:			FECHA DE ENSAYO:			04/feb/2016			
25% VIDRIO TEMPLADO (28 DÍAS DE EDAD)									
HORMIGÓN 210KG/CM ²			Pesos	kg	Pesos	kg	Cilindros	kg	
Material	Dosif. Peso	Cantidad Kg							
W	0,58	8,31	Peso del molde + cilindro 1	18,9	Peso molde 1	6,6	Cilindro 1	12,3	
C	1,00	14,40	Peso del molde + cilindro 2	18,8	Peso molde 2	6,4	Cilindro 2	12,2	
A	1,72	20,64	Peso del molde + cilindro 3	18,7	Peso molde 3	6,6	Cilindro 3	12,4	
R	3,08	36,96	Peso promedio	19	Peso promedio	7	Peso promedio	12,30	
				Peso en estado fresco	12,3			Peso en estado endurecido	12,3
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN									
Carga	Carga	Diámetro	Diámetro promedio	Area	Resistencia	Resistencia Media	Densidad Media en estado Fresco	Densidad Media en estado Endurecido	VOLUMEN DEL CILINDRO
KN	kg	cm	cm	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ³	kg/m ³	m ³
530,1	53010	15,3	15,2	183,85	285,8	280,17	2253,35	2259,47	0,00544
482,8	48280	15,2		181,46	270,8				
542,7	54270	15,1		179,08	283,9				

Tabla 47 Ensayo a compresión hormigón 210kg/cm²

4.2.14 Gráfica comparativa de los materiales con los diferentes porcentajes

Ensayos realizados con Hormigón Reciclado

4.2.14.1 Ensayos realizados a los 14 días de edad

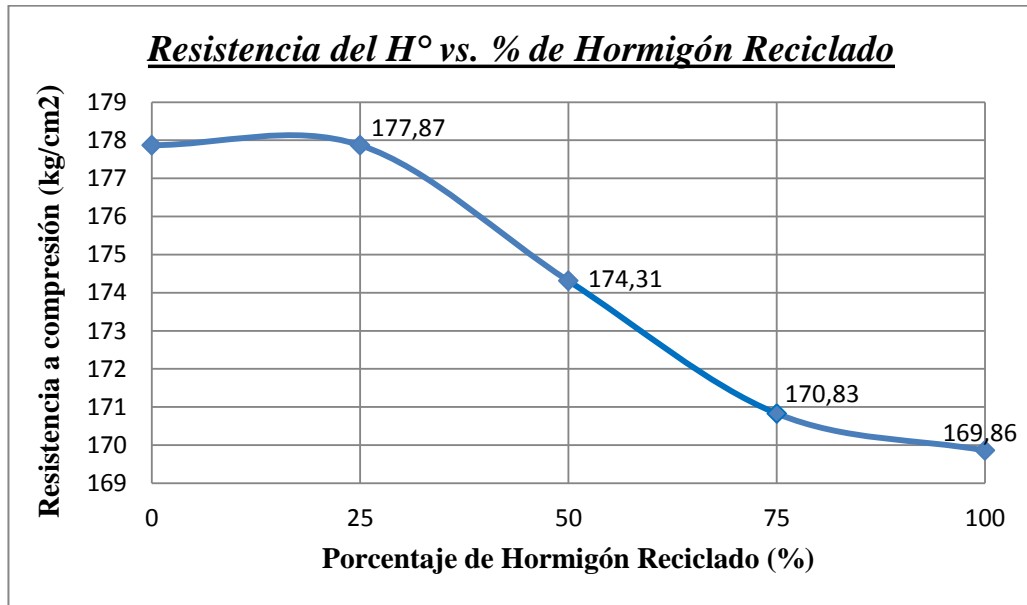


Tabla 48. Ensayos realizados con Hormigón Reciclado

4.2.14.2 Ensayos realizados a los 28 días de edad

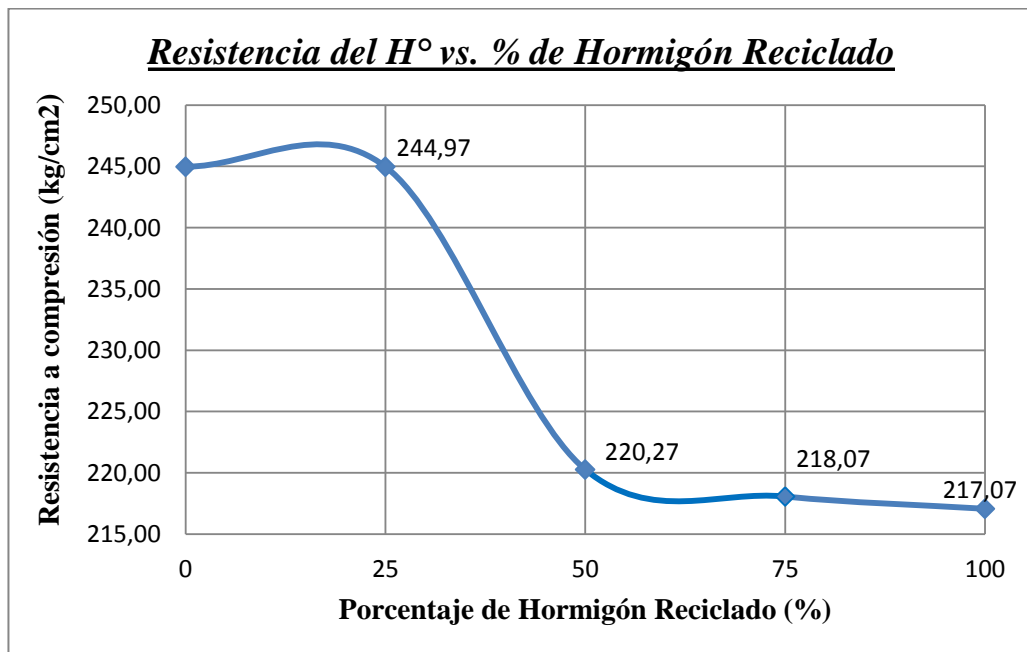


Tabla 49 Ensayo realizado con Hormigón Reciclado

Ensayos realizados con Vidrio Templado

4.2.14.3 Ensayos realizados a los 14 días de edad

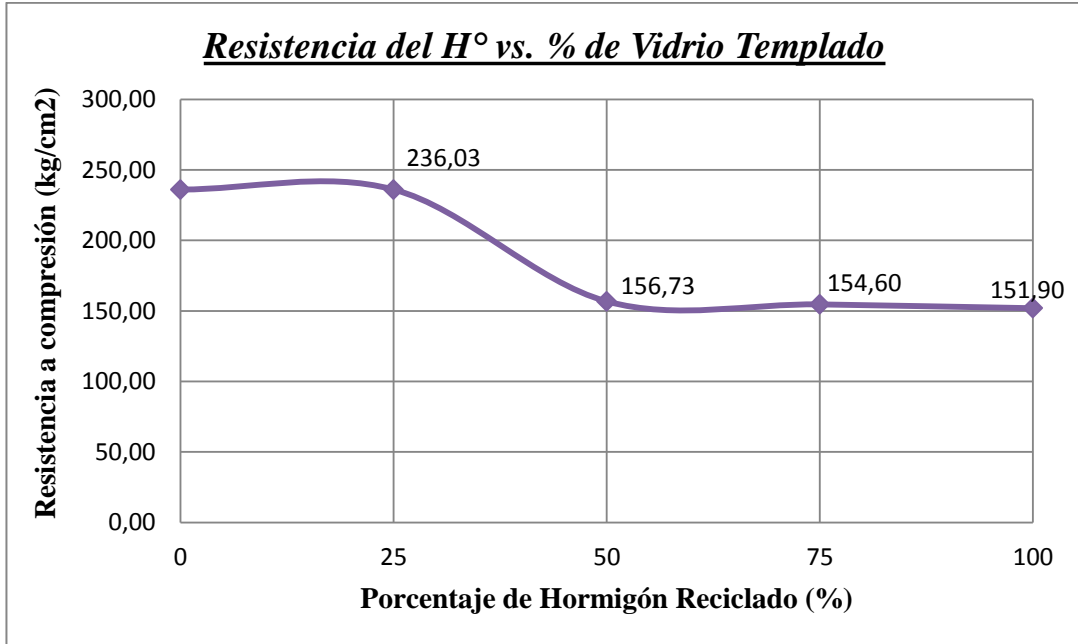


Tabla 50 Ensayo realizado con Vidrio Templado

4.2.14.4 Ensayos realizados a los 28 días de edad

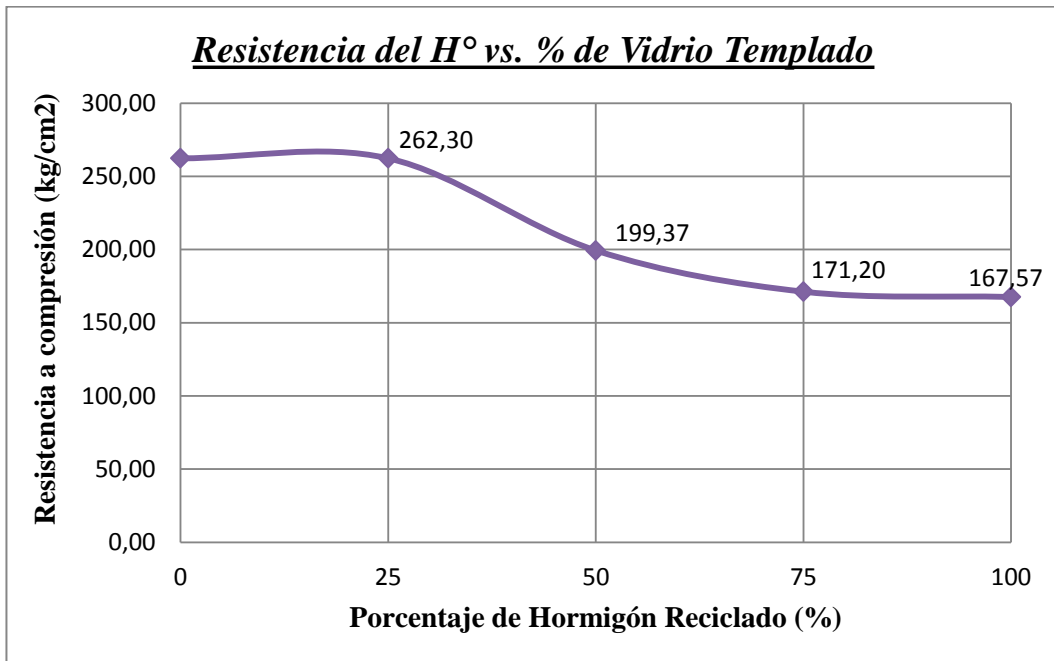


Tabla 51 Ensayo realizado con Vidrio Templado

Ensayos realizados con Policarbonato

4.2.14.5 Ensayos realizados a los 14 días de edad

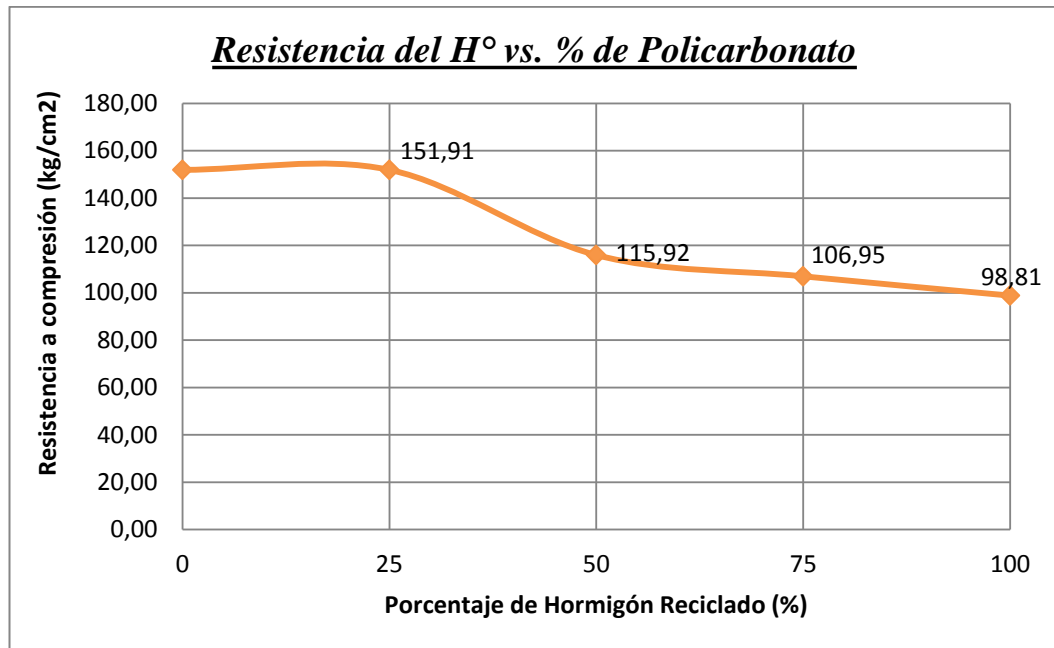


Tabla 52 Ensayo realizado con Policarbonato

4.2.14.6 Ensayos realizados a los 28 días de edad

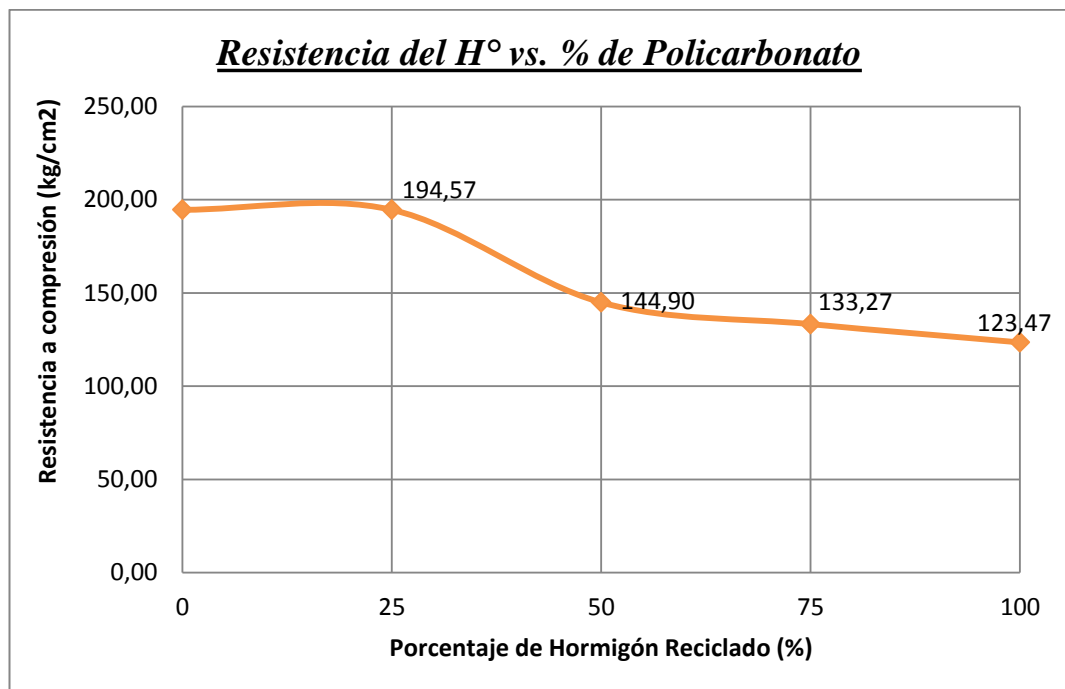


Tabla 53 Ensayo realizado con Policarbonato

4.2.15 Cuadro Comparativo

4.2.15.1 Ensayos realizados a los 14 días de edad.

HORMIGÓN EN CONDICIONES NORMALES		HORMIGÓN 100% HORMIGÓN RECICLADO		HORMIGÓN 100 % VIDRIO TEMPLADO		HORMIGÓN 100 % POLICARBONATO RECICLADO	
RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3
248,67	2241,16	169,86	2228,86	151,90	2215,50	98,81	1914,96
100%	100%	68%	99%	61%	99%	40%	85%
HORMIGÓN EN CONDICIONES NORMALES		HORMIGÓN 75% HORMIGÓN RECICLADO		HORMIGÓN 75 % VIDRIO TEMPLADO		HORMIGÓN 75 % POLICARBONATO RECICLADO	
RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3
248,67	2241,16	170,83	2227,45	154,60	2254,71	106,95	2025,43
100%	100%	68,70%	99,39%	62,17%	100,60%	43,01%	90,37%
HORMIGÓN EN CONDICIONES NORMALES		HORMIGÓN 50% HORMIGÓN RECICLADO		HORMIGÓN 50 % VIDRIO TEMPLADO		HORMIGÓN 50 % POLICARBONATO RECICLADO	
RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3
248,67	2241,16	174,31	2198,24	156,73	2241,1	115,92	2222,21
100%	100%	70,10%	98,08%	63,03%	100,00%	46,62%	99,15%
HORMIGÓN EN CONDICIONES NORMALES		HORMIGÓN 25% HORMIGÓN RECICLADO		HORMIGÓN 25 % VIDRIO TEMPLADO		HORMIGÓN 25 % POLICARBONATO RECICLADO	
RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3
248,67	2241,16	177,87	2265,59	236,03	2226,43	151,91	2220,83
100%	100%	71,53%	101,09%	94,92%	99,34%	61,09%	99,09%

Tabla 54 Comparación 14 días de edad

4.2.15.2 Ensayos realizados a los 28 días de edad.

HORMIGÓN EN CONDICIONES NORMALES		HORMIGÓN 100% HORMIGÓN RECICLADO		HORMIGÓN 100 % VIDRIO TEMPLADO		HORMIGÓN 100 % POLICARBONATO RECICLADO	
RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3
280,17	2259,47	217,07	2184,02	167,57	2268,48	123,47	1898,61
100%	100%	77%	97%	60%	100%	44%	84%
HORMIGÓN EN CONDICIONES NORMALES		HORMIGÓN 75% HORMIGÓN RECICLADO		HORMIGÓN 75 % VIDRIO TEMPLADO		HORMIGÓN 75 % POLICARBONATO RECICLADO	
RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3
280,17	2259,47	218,07	2227,45	171,20	2181,23	133,27	2012,96
100%	100%	77,83%	98,58%	61,11%	96,54%	47,57%	89,09%
HORMIGÓN EN CONDICIONES NORMALES		HORMIGÓN 50% HORMIGÓN RECICLADO		HORMIGÓN 50 % VIDRIO TEMPLADO		HORMIGÓN 50 % POLICARBONATO RECICLADO	
RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3
280,17	2259,47	220,27	2262,25	199,37	2278,55	144,96	2112,64
100%	100%	78,62%	100,12%	71,16%	100,84%	51,74%	93,50%
HORMIGÓN EN CONDICIONES NORMALES		HORMIGÓN 25% HORMIGÓN RECICLADO		HORMIGÓN 25 % VIDRIO TEMPLADO		HORMIGÓN 25 % POLICARBONATO RECICLADO	
RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3	RESISTENCIA KG/CM2	DENSIDAD KG/M3
280,17	2259,47	244,97	2213,01	262,30	2252,27	194,57	2173,17
100%	100%	87,44%	97,94%	93,62%	99,68%	69,45%	96,18%

Tabla 55 Comparación 28 días de edad

4.2.16 Comparación de los ensayos realizados con los materiales reciclados en diferentes proporciones.

4.2.16.1 Material reciclado al 25 %

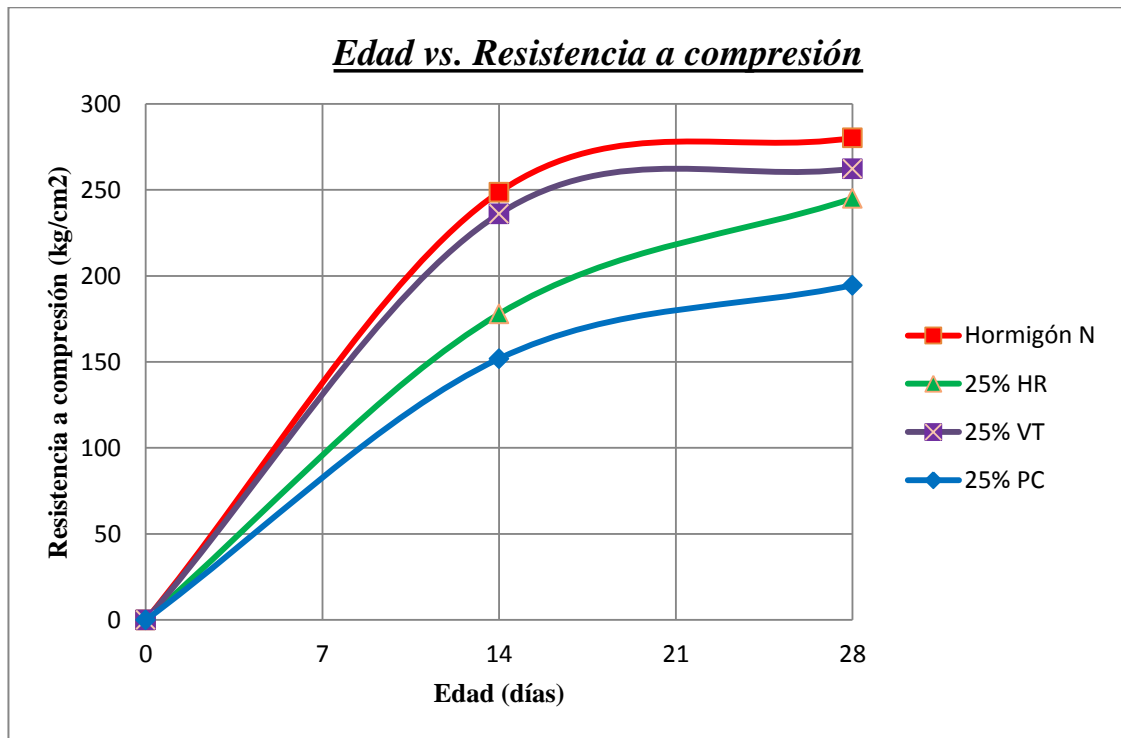


Tabla 56 Comparación de resistencia a compresión al 25 % de material reciclado

Interpretación de la curva

En los ensayos realizados con los diferentes materiales reciclados al 25 % se obtuvo un buen resultado logrando estar entre los límites de un hormigón tradicional, con lo que se puede determinar que con un 25 % de reemplazo al agregado grueso no afecta considerablemente en los resultados.

4.2.16.2 Material reciclado al 50 %

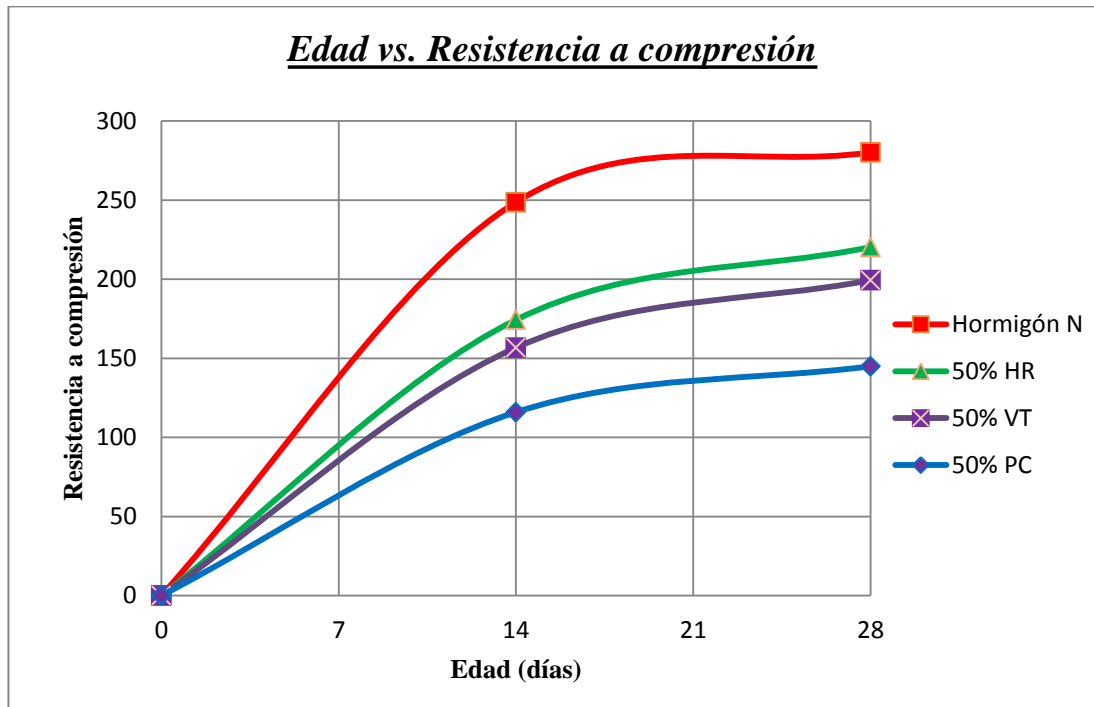


Tabla 57 Comparación de resistencia a compresión al 50 % de material reciclado

Interpretación de la curva

Se puede observar que empieza a disminuir la resistencia a compresión con los ensayos realizado con material reciclable, logrando obtener resultados considerables con hormigón reciclado.

4.2.16.3 Material reciclado al 75 %

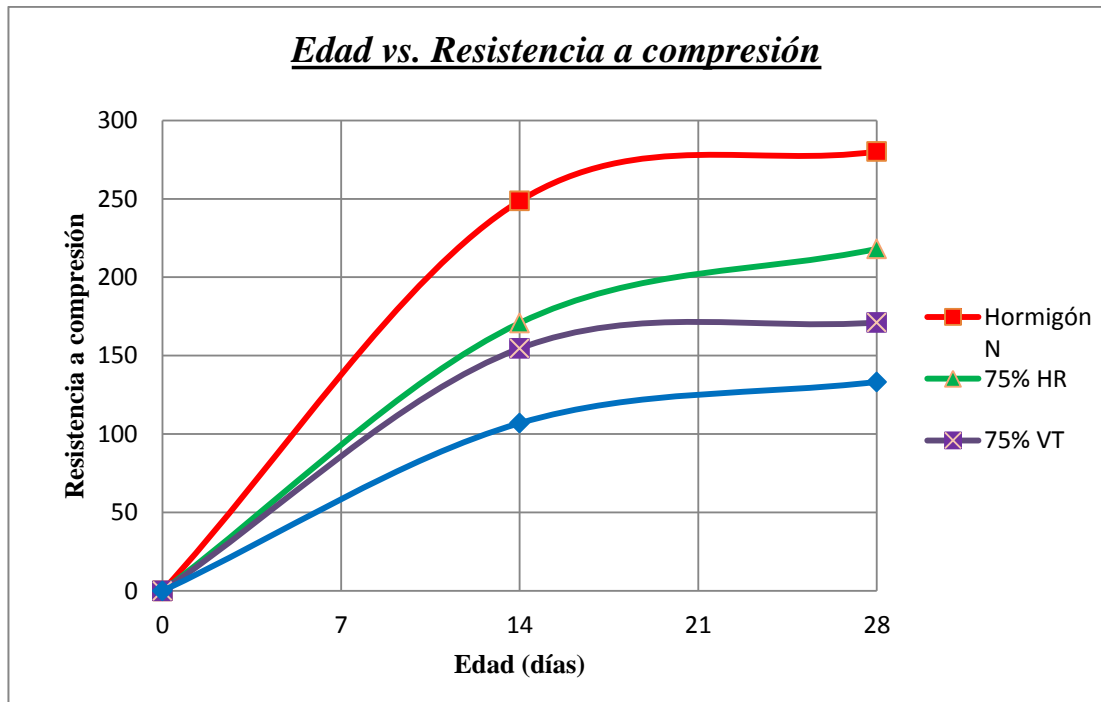


Tabla 58 Comparación de resistencia a compresión al 75 % de material reciclado

Interpretación de la curva

En los ensayos realizados con material reciclable (policarbonato, vidrio templado) se observa un decremento de la resistencia a compresión encontrándose fuera de los límites de un hormigón tradicional, mientras que en los ensayos realizados con hormigón reciclado se podría decir que se logra resultados más altos en comparación con los demás materiales reciclados.

4.2.16.4 Material reciclado al 100 %

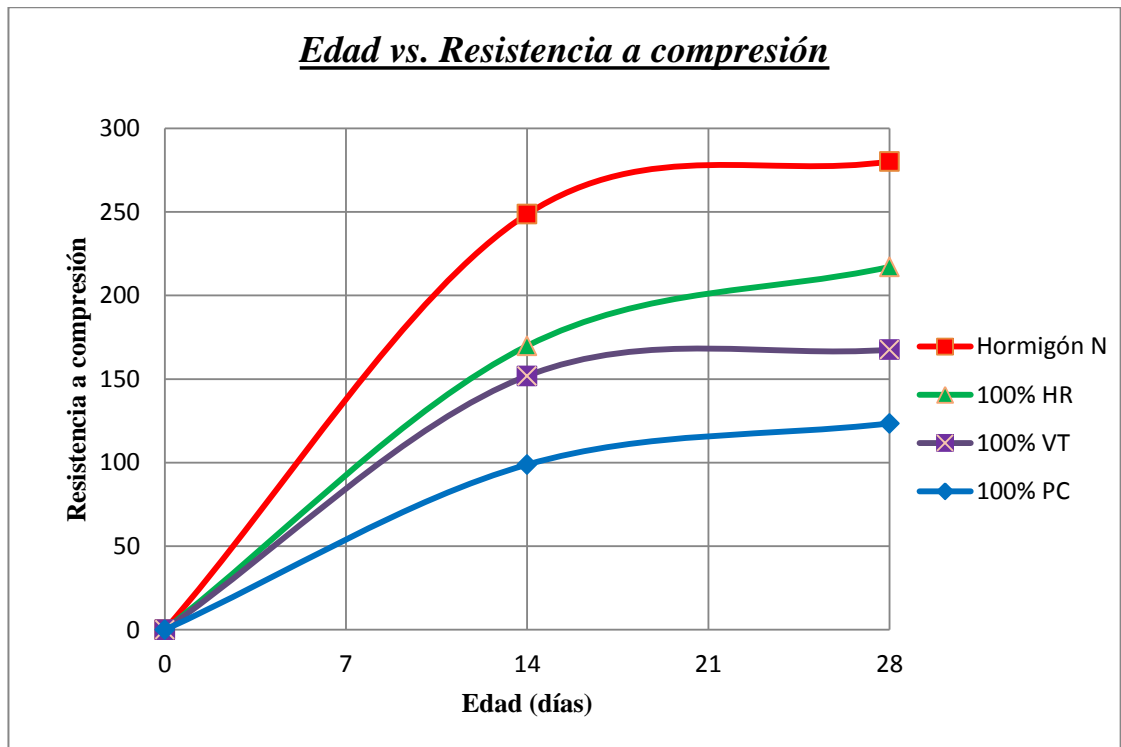


Tabla 59 Comparación de resistencia a compresión al 100 % de material reciclado

Interpretación de la curva

En la curva de comparación se puede observar que los ensayos realizados con los materiales reciclados no logran buenos resultados encontrándose fuera del rango de un hormigón tradicional de 210 kg/cm².

4.2.17 FALLAS EN ENSAYOS A COMPRESIÓN DE CILINDROS

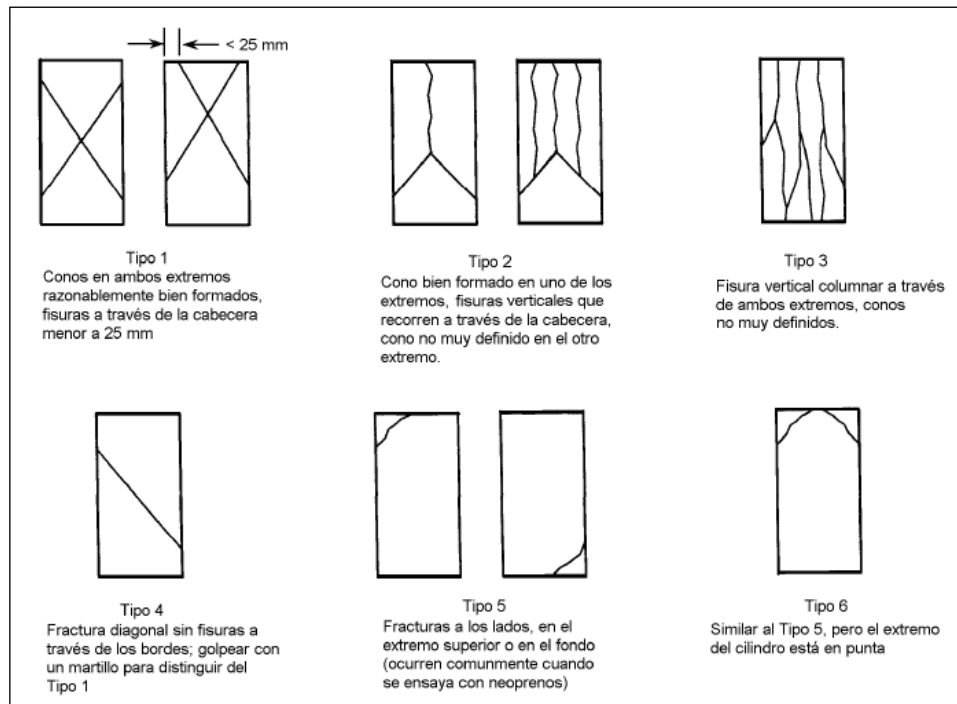


Imagen 28. Esquema de los modelos típicos de fractura [21]

En los ensayos a compresión de cilindros realizados con las respectivas muestras de hormigón reciclado se pudo observar los siguientes tipos de falla detallados a continuación:

Fallas en ensayos realizados con Hormigón Reciclado y Policarbonato

- a. Edad del hormigón: 28 días
25 % de Hormigón reciclado



Imagen 29. Fallas en ensayos a compresión de cilindros

Fallas en ensayos realizados con Policarbonato

- b. Edad del hormigón : 28 días
25 % de Policarbonato

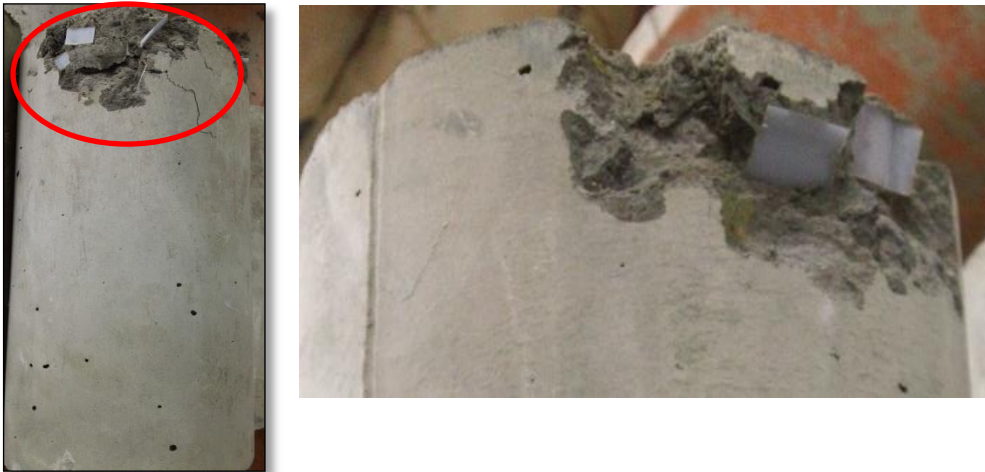


Imagen 30. Fallas en ensayos a compresión de cilindros

Interpretación de las Fallas:

Después de revisadas las líneas de falla se puede determinar que las muestras realizadas con hormigón reciclado y policarbonato presentan fallas combinadas de

esfuerzo cortante y compresión pero debido al uso de placas de neopreno se produce una falla de tipo 5 en la que nos especifica que se produce fracturas a los lados, en el extremo superior o en el fondo de la muestra.

Fallas en ensayos realizados con Vidrio Templado

- c. Edad del hormigón : 28 días
25 % de Vidrio templado



Imagen 31. Fallas en ensayos a compresión de cilindros

Interpretación de la Falla:

En las muestras realizadas con vidrio templado se produce fallas combinadas de esfuerzo cortante y compresión pero debido al uso de placas de neopreno se produce una falla de tipo 2 en la que se especifica que existen fisuras verticales que recorren la cabecera de la muestra, adicionalmente se da una falla por adherencia debido a que las paredes del material reciclado son lisas lo cual no permite que exista una correcta unión con los demás materiales.

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

A partir de los ensayos a compresión, mediante los resultados obtenidos se determina que es de vital importancia el tipo de agregado grueso empleado en la mezcla debido a que influye en la resistencia final medida a los 14 y 28 días de edad con las diferentes muestras tomadas de hormigón reciclado, vidrio templado y policarbonato con lo que se verifica la hipótesis del presente trabajo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La granulometría de los agregados (fino y grueso) se la realizó bajo las especificaciones de la norma INEN 696 y los límites que indica las norma ASTM C33, la cual define la calidad de los agregados para ser usados en el hormigón; se comprobó que la granulometría del agregado grueso y fino se encuentran dentro de los límites de estas normas por lo que se puede indicar que son aptos para la elaboración del hormigón.
- Las densidades aparentes (peso volumétrico), suelta y compactada, obtenidas al realizar el ensayo del agregado fino y grueso, según las especificaciones de la norma NTE INEN 858, cumplen con las especificaciones para la elaboración del hormigón.
- El ensayo para determinar la densidad aparente compactada de la mezcla según las especificaciones de la norma NTE INEN 858, indica el porcentaje óptimo de agregado fino y grueso necesario para obtener una densidad óptima, el porcentaje optimo obtenido del agregado fino es de 36% y 64% del agregado grueso, dando una densidad aparente de la mezcla de 1.85 gr/cm³, sienta apta para la elaboración del hormigón de 210kg/cm².
- Se pudo elaborar las diferentes muestras con el material reciclado en reemplazo del agregado grueso, teniendo en cuenta que en caso del vidrio templado y el policarbonato se realizó el reemplazo al volumen por la diferencia de densidades entre los materiales, mientras que con el hormigón reciclado se lo hizo al peso por la similitud de la densidad con la del agregado grueso.

- Después de realizada la dosificación para un hormigón de 210 kg/cm² se comprobó su consistencia mediante el cono de Abrams obteniendo un asentamiento de 5 a 7cm.
- Después de determinar la resistencia a compresión del hormigón 210kg/cm² utilizando hormigón reciclado en reemplazo de agregado grueso en 25 % se observó que el resultado fue excelente ya que se logró una resistencia media de 244,97 kg/cm², en comparación con el hormigón preparado de manera tradicional que se obtuvo 280,17 kg/cm².
- Al utilizar el hormigón reciclado en un 50% - 75% y 100% podemos observar que la resistencia en comparación con el 25% disminuye, sin embargo se puede observar que la resistencia es buena ya que se logra obtener hasta 220 kg/cm² en promedio de manera que la dosificación empleada fue utilizada para obtener una resistencia de 210 kg/cm² para un hormigón preparado en condiciones normales con los materiales tradicionales.
- La resistencia a compresión de hormigón de 210 kg/cm² utilizando vidrio templado en un 25 % de proporción en reemplazo de agregado grueso se obtuvo como resultado 262,30 kg/cm² que es una buena resistencia considerando que son materiales reciclados, en comparación con el hormigón preparado de manera tradicional que se obtuvo 280,17 kg/cm².
- En cambio la resistencia cuando empleamos el 50% - 75% y 100% de vidrio templado en lugar del agregado grueso la resistencia disminuye a aproximadamente al 60% en comparación con el hormigón preparado de la manera tradicional, manteniendo una densidad similar entre los dos.
- Para el caso de la utilización del policarbonato en lugar del agregado grueso en las diferentes proporciones si bien su peso se reduce, la resistencia lo hace de la misma manera obteniendo una reducción de la misma a un 44% siendo esta de 123,47kg/cm².

- Se puede concluir, que el hormigón preparado a partir de hormigón reciclado y vidrio templado a un 25% se podría utilizar como un hormigón de tipo estructural sugiriendo antes de utilizarlo realizar ensayos en elementos sometidos a flexión, con este tipo de hormigones a compresión se comportan de muy buena manera.
- Al analizar los resultados obtenidos de los ensayos a compresión de las muestras realizadas con hormigón reciclado y policarbonato se logró observar que las muestras presentaban fracturas combinadas de esfuerzo de corte y compresión pero por el uso de placas de neopreno se produce fracturas a los lados en los extremos de la muestra.
- En las muestras ensayadas de vidrio templado presentan las mismas fallas que las muestras realizadas con policarbonato y hormigón reciclado adicionalmente presentan fallas por adherencia que se da porque el material reciclado no presenta rugosidad en sus paredes lo cual no permite que exista una correcta unión con los demás materiales empleados en el ensayo.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es necesario determinar las propiedades de los agregados grueso y fino con los que se va a realizar el hormigón antes de proceder a dosificarlo, ya que estas propiedades varían dependiendo de su origen, y nos permitirán obtener valores reales de los materiales a utilizarse.
- Verificar que en los ensayos respectivos realizados a los diferentes agregados se cumplan según lo indicado en la norma INEN y ASTM, controlando que los resultados obtenidos se encuentren en los límites indicados en esta norma.
- Controlar la cantidad de aceite en los moldes durante el muestreo para evitar que afecte en la resistencia a compresión del hormigón.
- Durante el muestreo compactar adecuadamente siguiendo la norma INEN 1855-ASTM C172 y INEN 1765 – ASTM C31, para evitar que los cilindros presenten partículas de aire las cuales afectaran en su resistencia.
- Se recomienda utilizar el hormigón con vidrio templado hasta en un 50% con el uso de aditivos que mejoren su adherencia para hormigón decorativo en patios, veredas, recubrimientos en terrazas.
- Se recomienda el uso de hormigón preparado a partir de hormigón reciclado triturado de manera adecuada, para utilizarlo previa al estudio del comportamiento de este a flexión en elementos estructurales y no estructurales.
- En el caso de hormigones no estructurales se puede usar sin problemas ni dudas, de la manera mencionada anteriormente.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. D. Soto T, “*Hormigón Reciclado*”, Valdivia - Chile, 2006
- [2] C. E. Contreras L, “*Concreto con áridos reciclados: adaptación de esta tecnología, alcanzando por lo menos 210kg/cm² de resistencia a la compresión*”, Cuenca, 2012
- [3] H.F. Begliardo, “*Valorización de agregados reciclados de hormigón estudio experimental de laboratorio*”, Santa Fe, 2011
- [4] Master Ingeniería Ambiental, “*Residuos de Construcción u Demolición*”, 2006-2007
- [5] UICN. “*Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción*”, 2011
- [6] M. Romo P, “*Temas de Hormigón Armado*”, Escuela Politécnica del Ejército, Quito
- [7] Ediciones S.A CEAC, “*Materiales para la Construcción: Enciclopedia CEAC del encargado obra*”, Ediciones S.A CEAC, España, 2007.
- [8] L. González S, “*Conceptos Generales sobre los Agregados*”, Universidad Nacional de Colombia SEDE PALMIRA, Enero, 2008
- [9] A. Villarino O, “*Ciencia y Tecnología de los Materiales: El Cemento*”, Escuela Politécnica superior de Ávila.
- [10] M. Martínez, “*Síntesis, Estructura y Aplicaciones de Poliésteres Secuenciales derivados de Ácido Glicólico y w-Hidroxiácidos*”, Universidad Politécnica de Cataluña, España, 2008.
- [11] C. Pearson, “*Manual del Vidrio Plano*”, Cámara del Vidrio Plano y sus manufacturas de la República Argentina, Editorial CAVIPLAN

- [12] G. Martínez B, T. López L, “*Materiales Sustentables y Reciclados en la Construcción*”, Primera Edición. Editorial OmniaScience, 2015
- [13] Sika Ecuatoriana S.A, “*Manual del hormigón*”
- [14] Santiago Medina R. “*Ensayo de Materiales II*”, Ecuador
- [15] NTE INEN 696
- [16] NTE INEN 856
- [17] NTE INEN 156
- [18] M Garzón, “*Seminario de investigación sobre el módulo de elasticidad del hormigón* ” 2010
- [19] NTE INEN 1763
- [20] *Compresión Cilindros: ASTM C39*
- [21] NTE INEN 1573

2. ANEXOS



*Imagen 32. Hormigón triturado
Fuente propia*



*Imagen 33. Vidrio templado
Fuente propia*



*Imagen 34. Policarbonato
Fuente propia*



*Imagen 35. Moldes utilizados
Fuente propia*



*Imagen 36. Engrasado de moldes
Fuente propia*



*Imagen 37. Enrasado de material
Fuente propia*



*Imagen 38. Pesar el material
Fuente propia*



*Imagen 39. Mezcla del material
Fuente propia*



*Imagen 40. Mezcla del material
Fuente propia*



*Imagen 41. Rellenando cilindros
Fuente propia*



*Imagen 42. Enrazando el cilindro
Fuente propia*



*Imagen 43. Señalización de cilindros
Fuente propia*



*Imagen 44. Pesar el hormigón fresco
Fuente propia*



*Imagen 45. Colocar en la cámara de
curado por 24horas.
Fuente propia*



*Imagen 46. Desmoldar y pesar los cilindros
Fuente propia*



*Imagen 47. Colocar los cilindros en la
cámara de curado. Fuente propia*



Imagen 48. Medir el diámetro de los cilindros. Fuente propia



Imagen 49. Máquina de ensayo a compresión Fuente propia



Imagen 50. Ensayo de cilindros Fuente propia