

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EDAD VS LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ELABORADO CON DIFERENTES MARCAS DE CEMENTOS PORTLAND.

AUTORA: LORENA JACQUELINE MARTÍNEZ VALLE

TUTOR: ING. MG. CARLOS NAVARRO

Ambato – Ecuador

2016

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Carlos Navarro, certifico que el presente trabajo experimental con el nombre: **"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EDAD VS LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ELABORADO CON DIFERENTES MARCAS DE CEMENTOS PORTLAND.",** elaborado por Srta. Lorena Jacqueline Martínez Valle egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría, siendo este un trabajo elaborado de manera personal e inédito.

…….

Ing. Mg. CARLOS NAVARRO

TUTOR

AUTORÍA

Yo, Lorena Jacqueline Martínez Valle, portadora de la CI: 180425391-0, Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo experimental bajo el tema: **"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EDAD VS LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ELABORADO CON DIFERENTES MARCAS DE CEMENTOS PORTLAND."** Es de mi completa autoría a excepción de las citas bibliográficas.

……

LORENA JACQUELINE MARTÍNEZ VALLE

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

……

LORENA JACQUELINE MARTÍNEZ VALLE

AUTORA

APROBACIÓN PROFESORES CALIFICADORES

Los suscritos Profesores Calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de Investigación, sobre el tema "**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EDAD VS LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ELABORADO CON DIFERENTES MARCAS DE CEMENTOS PORTLAND.",** de la Srta. Egresada Lorena Jacqueline Martínez Valle, de la carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman

……

Ing. Mg. Galo Núñez

PROFESOR CALIFICADOR

……

Ing. Mg. Diego Chérrez Gavilanes

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primero a Dios por haberme dado salud y fuerza para seguir adelante a pesar de las adversidades.

A Luis Valle Paredes mi "Papito Luis" que me extendió la mano en momentos difíciles y me impulsó a no desmayar, seguir adelante y luchar con fuerza por alcanzar mis anhelos.

A mi abuelita Emma Vinueza mi "Mamita Reyes" que siempre quiso verme como una profesional y con su amor incondicional siempre estuvo y está a mi lado cuando más lo necesite.

A mi madre Emma Valle por haberme dado la vida y ser fuerte para luchar por mí.

A mi tía Marilú Valle "Lulu" por el apoyo y amor incondicional que siempre me ha dado, por ser una hermana, amiga, madre conmigo.

A mi tía Anabel por quererme, considerarme como una hija más y no dejarme sola en momentos complicados.

A mi tío Luis Valle y su familia por las palabras de superación brindadas hacia mí.

A mis hermanos Luis y Johanna Paucar por ayudarme, escucharme y compartir momentos hermosos conmigo.

A mis primas Joselyn, Alisson por el cariño que tienen conmigo y tratarme como una hermana.

Lorena Martínez Valle

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme y bendecirme a lo largo de mi vida y ponerme siempre en los caminos adecuados para cumplir con mis objetivos.

Agradezco a mi madre Emma Valle por haberme formado con valores y luchado por que sigua con mis estudios.

Gracias a Luis Valle Paredes por ser un padre conmigo desde mi niñez, por todo el aprecio hacia mí, por la fortaleza, consejos y apoyo desinteresado que me brinda cada día. Realmente ha sido un gran apoyo en este camino. Mil gracias papito.

A mi abuelita mi Mamita Reyes por ser mi segunda madre, gracias por formarme con amor, ser una persona demasiado bondadosa conmigo, siempre estaré agradecida por todo lo que ha hecho por mi mamita preciosa.

A mi tía Marilú Valle le agradezco por cada una de las cosas que me ha brindado desde el inicio de mi carrera y todas los actos que has hecho y haces por mí, por estar incondicionalmente conmigo e incluso darme más de lo que puedes, por todo te agradezco mi Luluna bella.

Tía Anabel gracias por el apoyo, consejos en el momento adecuado, la amabilidad y siempre abrirme las puertas de tu casa como una hija más, gracias mi tía bella.

Gracias a mis hermanos Luis y Johanna por los momentos de felicidad brindados, por las peleas, alegrías, tristezas que compartimos juntos, gracias Lucho y Nena, siempre estaré ahí para ustedes.

A Asdrúbal Paucar gracias por la ayuda desinteresada prestada hacia mí.

A Ángel Chicaiza, gracias por siempre creer en mí, impulsarme a ser mejor cada día y caminar a mi lado a lo largo de esta etapa brindándome siempre una palabra de aliento.

A mi padre Ángel Martínez por el apoyo brindado.

A mi tutor el Ing. Mg. Carlos Navarro por guiarme, e impartirme conocimientos para lograr una meta anhelada.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA 1
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR II
AUTORÍA III
DERECHOS DE AUTOR IV
APROBACIÓN PROFESORES CALIFICADORES V
DEDICATORIA VI
AGRADECIMIENTO VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS VIII
ÍNDICE DE TABLAS XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS XII
ÍNDICE DE IMÁGENES XIII
RESUMEN EJECUTIVO XV
CAPÍTULO I 1
1.1. TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL 1
1.2. ANTECEDENTES 1
1.3. JUSTIFICACIÓN 3
1.4. OBJETIVOS 4
1.4.1. Objetivo general: 4
1.4.2. Objetivos específicos: 4
CAPÍTULO II 5
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 5
2.1.1 Definición de Hormigón 5
2.1.2 Agregados 5
2.1.3 Agua 7
2.1.4 Cemento 7
2.1.5 Cementos portland 8

2.1.6 Cemento Selvalegre 9
2.1.7 Cemento Chimborazo 11
2.1.8 Cemento Holcim 12
2.1.9 Cemento Sol 14
2.1.10 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL HORMIGÓN 14
2.1.11 Tipos de fallas en concreto 19
2.3 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS 20
2.3.1 Variable independiente 20
2.3.2 Variable dependiente 20
CAPÍTULO III 21
3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN 21
3.1.1 Exploratorio 21
3.1.2 Descriptivo 21
3.1.3. Correlacional 21
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA 21
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 22
3.3.1 Variable independiente 22
3.3.2 Variable dependiente 23
3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN 24
3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS 25
3.5.1 Plan de procesamiento 25
3.5.2 Plan de análisis 25
CAPÍTULO IV 26
4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS 26
4.1.1 Ensayos realizados en agregados 26
4.1.2 Ensayos realizados en cementos 33
4.1.3 Calculo de la Dosificación 37

4.1.4 Propiedades del hormigón en estado fresco 41
4.1.5 Densidad del hormigón endurecido a los 7, 14, 28 y 56 días de edad 45
4.1.5 Resultados del ensayo a compresión 49
4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS 53
4.2.1. Resistencia a la compresión a la edad de 7 días. 55
4.2.2. Resistencia a la compresión a la edad de 14 días. 56
4.2.3. Resistencia a la compresión a la edad de 28 días. 58
4.2.4. Resistencia a la compresión a la edad de 56 días. 60
4.2.5 Variación de Resistencia a la Compresión 62
4.2.6 Usos recomendados de las diferentes marcas de cemento 63
CAPÍTULO V 65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 65
5.1 CONCLUSIONES 65
C. MATERIALES DE REFERENCIA 68
1. BIBLIOGRAFÍA 68
2. ANEXOS 70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 : Requisitos de gradación del árido fino 6
Tabla 2: Requisito granulométrico agregado grueso 6
Tabla 3: Composición química cemento..... 8
Tabla 4: Propiedades físicas cemento Selvalegre 10
Tabla 5: Requisitos físicos normalizados del cemento 13
Tabla 6: Trabajabilidad del Hormigón en función del Asentamiento..... 15
Tabla 7: Consistencias del Hormigón en función del asentamiento. 16
Tabla 8: Tolerancia de tiempo admisible para el ensayo de especímenes 18
Tabla 9: Precisión dentro del ensayo 18
Tabla 10: Operacionalización variable independiente 22
Tabla 11: Operacionalización variable dependiente 23
Tabla 12: Plan de recolección de la información..... 24
Tabla 13: Análisis granulométrico del agregado fino..... 26
Tabla 14: Análisis granulométrico del agregado grueso..... 28
Tabla 15: Densidad real del agregado fino 29
Tabla 16: Densidad real del agregado grueso 30
Tabla 17: Densidad aparente compactada del agregado fino y grueso 31
Tabla 18: Densidad aparente compactada de la mezcla..... 32
Tabla 19: Densidad real cemento Holcim. 33
Tabla 20: Densidad real cemento Selvalegre. 34
Tabla 21: Densidad real cemento Chimborazo 35
Tabla 22: Densidad real cemento Sol 36
Tabla 23: Dosificación cemento Holcim 37
Tabla 24: Dosificación cemento Selvalegre..... 38
Tabla 25: Dosificación cemento Chimborazo..... 39
Tabla 26: Dosificación cemento Sol. 40
Tabla 27: Propiedades hormigón fresco cemento Holcim 41
Tabla 28: Propiedades hormigón fresco cemento Selvalegre. 42
Tabla 29: Propiedades hormigón fresco cemento Chimborazo 43
Tabla 30: Propiedades hormigón fresco cemento Sol..... 44

Tabla 31: Densidad del hormigón endurecido cemento Holcim..... 45
Tabla 32: Densidad del hormigón endurecido cemento Selvalegre..... 46
Tabla 33: Densidad del hormigón endurecido cemento Chimborazo..... 47
Tabla 34: Densidad del hormigón endurecido cemento Sol 48
Tabla 35: Resistencia a la compresión cemento Holcim. 49
Tabla 36: Resistencia a la compresión cemento Selvalegre. 50
Tabla 37: Resistencia a la compresión cemento Chimborazo..... 51
Tabla 38: Resistencia a la compresión cemento Sol. 52
Tabla 39: Resistencias a la compresión más comunes del hormigón. 53
Tabla 40: Resistencia relativa a la compresión, 7 días de edad. 56
Tabla 41: Resistencia relativa a la compresión, 14 días de edad. 57
Tabla 42: Resistencia relativa a la compresión, 28 días de edad. 59
Tabla 43: Resistencia relativa a la compresión, 56 días de edad 61
Tabla 44: Variación de resistencia. 62
Tabla 45: Usos recomendados diferentes marcas de cemento 63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resistencia a la compresión de cuatro marcas de cemento portland a los 7 días de edad. 55
Gráfico 2: Curvas de resistencia obtenidas mediante el ensayo a compresión a los 7 días de edad 55
Gráfico 3: Resistencia a la compresión de cuatro marcas de cemento portland a los 14 días de edad. 56
Gráfico 4: Curvas de resistencia obtenidas mediante el ensayo a compresión a los 14 días de edad. 57
Gráfico 5: Resistencia a la compresión de cuatro marcas de cemento portland a los 28 días de edad. 58
Gráfico 6: Curvas de resistencia obtenidas mediante el ensayo a compresión a los 28 días de edad. 59
Gráfico 7: Resistencia a la compresión de cuatro marcas de cemento portland a los 56 días de edad. 60
Gráfico 8: Curvas de resistencia obtenidas mediante el ensayo a compresión a los 56

días de edad. 61

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Cemento Selvalegre 11
Imagen 2: Cemento Chimborazo 12
Imagen 3: Cemento Holcim 13
Imagen 4: Cemento Sol 14
Imagen 5: Método de cono de Abrams 16
Imagen 6: Fallas comunes en probetas de hormigón 19
Imagen 7: Ensayo de densidad real del cemento 70
Imagen 8: Peso picnómetro + gasolina + muestra de cemento 70
Imagen 9: Tamices ensayo de granulometría agregado fino 70
Imagen 10: Granulometría del agregado fino 70
Imagen 11: Ensayo Densidad Real agregado grueso. 71
Imagen 12: Peso de la canastilla en el agua 71
Imagen 13: Ensayo Densidad Aparente Compactada de la Mezcla 71
Imagen 14: Pesado de la masa del recipiente para DAM 71
Imagen 15: Ensayo densidad aparente suelta del agregado fino 72
Imagen 16: Enrasado de la superficie 72
Imagen 17: Ensayo densidad aparente suelta del agregado grueso 72
Imagen 18: Densidad aparente compactada del agregado grueso 72
Imagen 19: Preparación de la mezcla de hormigón 73
Imagen 20: Comprobación de la consistencia en la mezcla 73
Imagen 21: Compactación de la mezcla 73
Imagen 22: Cilindro de hormigón terminado 73
Imagen 23: Cilindros de hormigón elaborados. 74
Imagen 24: Cilindros de hormigón en proceso de curado 74
Imagen 25: Secado de cilindros de hormigón. 75
Imagen 26: Toma de datos en cilindros de hormigón 75
Imagen 27: Ensayo de compresión 75

Imagen 28: Falla presentada luego de ensayo a compresión 75
Imagen 29: Termino de la aplicación de la carga a compresión. 75
Imagen 30: Falla por la utilización de las placas de neopreno..... 75

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EDAD VS LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ELABORADO CON DIFERENTES MARCAS DE CEMENTOS PORTLAND."

AUTORA: Lorena Jacqueline Martínez Valle.
TUTOR: Ing. Mg. Carlos Navarro.

El presente proyecto se empezó realizando el ensayo de Densidad real a los cementos, Holcim, Chimborazo, Selvalegre, Sol, bajo la norma NTE INEN 156, de igual manera se realizó los ensayos a los agregados a utilizarse en la elaboración del hormigón de acuerdo a las norma NTE INEN 696 y NTE INEN 858, los mismos que se verificó son aptos a utilizarse dentro de este estudio. Se realizó el cálculo de la dosificación para 1 m3 de hormigón, para una resistencia de diseño de 240 kg/cm2, mediante el método de la Universidad Central, con estos datos se elaboró cilindros de hormigón con diferentes marcas de cemento portland, 12 cilindros utilizando cemento Holcim, 12 utilizando cemento Chimborazo, 12 con cemento Selvalegre, 12 cemento Sol, siendo así 48 probetas cilíndricas en análisis, de las cuales se obtendrá resistencias a compresión a las edades de 7, 14, 28 y 56 días de madurez bajo condiciones de laboratorio. Con los resultados obtenidos mediante el ensayo a compresión se verificó que las cuatro marcas de cemento cumplen con las resistencias de diseño a los 28 días de edad, e incrementando en un 20% su resistencia a los 56 días de madurez.

CAPÍTULO I

1.1. TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

1.2. ANTECEDENTES

Primera fuente de investigación

Proyecto final de graduación del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Construcción.

Apellidos y nombres del autor:

Geidel Orlanda Elizondo Valverde

Lugar y año de investigación:

Costa Rica, 2013

Tema:

Resistencia vs. Relación A/C del concreto a tres edades y con dos tipos de cemento (UG Y MP-AR)

Conclusiones:

- Los cementos actuales fraguan más lento, debido al aumento en la cantidad de puzolanas, con las que se fabrican, ya que estas actúan como retardantes. Esto influye directamente en el desarrollo de la resistencia del concreto con la edad, y se presenta, para los datos muestrales analizados, un aumento promedio de resistencia de 20% a la edad de 56 días con respecto a la de 28 días. Es importante tomar en cuenta que, anteriormente para obtener un aumento de resistencia del de 20% tenía que pasar alrededor de un año.
- Concretos con cementos que fraguan más lento generan menos fisuras, lo que conlleva a que sean más densos, y se mejora la resistencia, pero a mediano y largo plazo.

Segunda fuente de investigación

Apellidos y nombres del autor:

Ing. Gerardo A. Rivera L.

Lugar y año de investigación:

Cauca, 2015

Tema:

Concreto Simple

- Es lógico pensar que las características del cemento empleado tienen una gran influencia en la resistencia final alcanzada por el concreto, ya que el cemento es un material "activo" en las mezclas.

  Se ha demostrado en diversas investigaciones y en la práctica constructiva misma, que existe una estrecha correlación entre la resistencia de un cemento determinado de acuerdo con un proceso normalizado (norma NTC 220) y la resistencia de los concretos preparados con dicho cemento; de ahí de distintas marcas de cemento, aún de un mismo tipo, no deban ser intercambiadas sin un cuidadoso análisis del efecto que dicho cambio pueda tener sobre las propiedades del concreto endurecido.

  La resistencia que puede producir un determinado cemento depende fundamentalmente de su composición química; por ejemplo, con un cemento con alto contenido de C3S se obtendrán buenas resistencias y en un tiempo relativamente corto, acompañadas por un desprendimiento de calor relativamente alto durante el endurecimiento, en tanto que un cemento rico en C2S producirá altas resistencias pero en un tiempo relativamente largo, con un moderado calor de hidratación, lo cual conlleva a una mejor resistencia a los ataques químicos.[1]

1.3. JUSTIFICACIÓN

Durante el siglo XX el hormigón ya se lo consideraba como uno de los componentes principales para los diferentes tipos de construcciones. El hormigón tal como lo conocemos parte conjuntamente del cemento en el año de 1824, muchas de las estructuras habituales de madera o metálicas fueron superadas por el uso del hormigón debido a su resistencia y a su eficaz comportamiento en el ámbito constructivo. Actualmente se lo puede considerar al hormigón como uno de los materiales de desarrollo de la humanidad, gracias a este material hoy en día podemos tener grandes estructuras construidas por el hombre que son iconos a lo largo de la historia. [2]

En el Ecuador el hormigón aporta de gran manera al desarrollo del país, es por esto que se hace inevitable requerir de materiales que cumplan con las normas técnicas nacionales e internacionales dentro del país. Existe una gran variedad de estudios por parte de instituciones como la ACI, ASTM las mismas que son de origen americano las cuales realizan investigaciones con materia prima proveniente de sus propias regiones. El origen del material pétreo, su composición mineralógica y diferentes factores propios hace que normas internacionales no se apliquen para materiales propios de nuestra región [3]

En la Provincia de Tungurahua, la elaboración de hormigones o concreto es una actividad constante para la ejecución de obras civiles en todo su ámbito, dentro de las mismas se utilizan diferentes marcas de cementos portland, en la actualidad no se ha realizado un estudio acerca del comportamiento de la resistencia a comprensión de los hormigones utilizando diferentes marcas de cementos portland comerciales dentro de la ciudad. [4]

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general:

Efectuar un análisis comparativo de la edad vs la resistencia a la compresión del hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

1.4.2. Objetivos específicos:

- Encontrar parámetros de variabilidad en la resistencia a compresión del hormigón en diferentes edades al adicionar diferentes marcas de cementos como son: Sol, Holcim, Chimborazo, Selvalegre.
- Evaluar el comportamiento del hormigón con los cementos propuestos.
- Estudiar y analizar los resultados obtenidos en la investigación para emitir un criterio técnico desde la óptica de la Ingeniería Civil.

CAPÍTULO II

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 Definición de Hormigón

Se denomina hormigón al material que resulta de la adición de materiales como cemento, agua, agregado grueso, agregado fino, que posterior a su endurecimiento y con una resistencia alcanzada, es utilizado para las diferentes obras constructivas siendo así un material ampliamente empleado debido a sus características como resistencia y trabajabilidad.

2.1.2 Agregados

Se entiende a la palabra agregado a la combinación de partículas de arena y piedra siendo este un material inorgánico ya sea de origen natural o artificial. Los agregados tienen gran importancia dentro de la elaboración del hormigón, debido a que se considera que ocupa un 75% dentro en la unidad cubica del mismo. El agregado dependiendo de sus características influye en las propiedades de trabajabilidad, resistencia, cambios volumétricos, calidad y durabilidad del concreto por lo cual debe ser un material correctamente escogido para el diseño del hormigón.

2.1.2.1 Agregado fino

Agregado fino es aquel material proveniente de la disgregación natural de las rocas o la trituración de las mimas cuyo tamaño es inferior a 5 mm. El agregado fino ocupa un papel muy importante para la obtención de un hormigón de buena calidad.

Según la ASTM C136, para la adecuada selección del agregado fino este deberá estar libre de impurezas y de materia orgánica y arcillas

Granulometría del agregado fino

La granulometría del agregado fino debe cumplir con lo especificado en la Norma INEN 696, que debe estar dentro de los límites que se muestran a continuación

Tabla 1 : Requisitos de gradación del árido fino

TAMIZ INEN	PORCENTAJE QUE PASA
9,5 mm	100
4,75 mm	95 a 100
2,36 mm	80 a 100
1,18 mm	50 a 85
600 µm	25 a 60
300 µm	10 a 30
150 µm	2 a 10

Fuente: NTE INEN 696

La norma NTE INEN 0872 nos dice "Entre dos tamices cualquiera consecutivos de aquellos que se indica en la tabla 1 no debe quedar retenido más del 45% del árido fino, y su módulo de finura no debe ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1."

2.1.2.2 Agregado grueso

Agregado grueso se considera a aquel que queda retenido en el tamiz N°4, resultado de la trituración artificial de la roca, ocupa una gran cantidad de volumen dentro de la mezcla de hormigón, el agregado grueso debe estar libre de impurezas y de preferencia deben ser de forma redondeada.[5]

Granulometría del agregado grueso

Para análisis granulométrico del agregado grueso según la Norma ASTM E11 se debe utilizar los tamices de 6", 3", 1 ½ ", 3/4", 3/8" y # 4, de ahí la adecuada selección del material a utilizarse en la elaboración del hormigón.[6]

Tabla 2: Requisito granulométrico agregado grueso

TAMIZ INEN (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
53.0	100
37.5	95 a 100
26.5	-
19	35 a 70
13.2	-
9.5	10 a 30
4.75	0 a 5

Fuente: NTE INEN 872

2.1.3 Agua

El agua para la elaboración del hormigón debe cumplir con requisitos de calidad, es decir debe estar libre de impurezas, no contener aceites, ácidos, limos, materias orgánicas, sales, sulfatos y demás sustancias perjudiciales. [7]

El agua es un componente fundamental para la elaboración del hormigón, si esta contiene sustancias perjudiciales sus efectos se verán reflejados en la resistencia, trabajabilidad, plasticidad y además puede corroer las armaduras, de manera general se puede decir que el agua potable es la adecuada para la elaboración del hormigón.[8]

2.1.4 Cemento

Se conoce como cemento al conglomerante hidráulico el cual con la adecuada adicción de agua reacciona químicamente, formando así una pasta la cual posee la propiedad de fraguar y endurecerse además de poseer resistencias mecánicas tanto en el aire como debajo del agua.[9]

Según la NEC, en el Ecuador se fabrican los siguientes tipos de cementos hidráulicos:

- Cementos portland del tipo I al V, incluyendo los tipos IA, IIA, IIIA.
- Cemento compuesto tipo IP (cemento Portland puzolánico), es el de mayor uso en el país.
- Cementos clasificados de acuerdo a requisitos de desempeño.
- Cemento para mampostería.

De acuerdo a la NEC “El cemento hidráulico se puede comercializar envasados en bolsas de papel, bolsas de plástico, bolsas de papel y plástico”.

“Para las otras modalidades de envasado, se establecerán las condiciones en el contrato de compra – venta pero, por lo menos debe llevar marcado con claridad: el tipo de cemento envasado, por ejemplo “Cemento Portland Puzolánico tipo IP”, la masa neta en kilogramos contenida en el recipiente; la fecha de envasado en planta; el nombre y marca del fabricante y la norma INEN bajo la cual se fabrica el producto”

2.1.5 Cementos portland

Uno de los cementos más antiguos es el cemento Portland, fue registrado por J. Aspdin en 1824, su nombre se debe a la semejanza que tiene con una piedra que se encuentra en las localidades de Inglaterra.

Se obtiene a partir del clínker de cemento y con la adición de la cantidad adecuada de yeso u otros sulfatos cálcicos. El clínker de cemento portland es elaborados a partir de una harina seca la cual es calcinada en hornos rotatorios, a la cual se le adiciona de un 2% a 3% de yeso para evitar que fragüe repentinamente. [10]

Composición química del cemento portland.

Las propiedades y características de los cementos portland, se basan en su composición química, encontrándose constituido por los siguientes elementos:

Tabla 3: Composición química cemento

NOMBRE	FÓRMULA	FÓRMULA DE ÓXIDOS	PORCIENTO
Silicato dicálcico	Ca_2SiO_4	$SiO_2.2CaO$	32%
Silicato tricálcico	Ca_3SiO_5	$SiO_2.3CaO$	40%
Aluminato tricálcico	$Ca_3Al_2O_6$	$Al_2O_3.3CaO$	10%
Ferroaluminato tetra cálcico	$Ca_4Al_2Fe_2O_{10}$	$Al_2O_3.Fe_2O_3.4CaO$	9%
Sulfato de calcio	Ca_2SO_4	-	2-3%

Fuente: http://ing.unne.edu.ar/pub/quimica/cemento.pdf

2.1.5.1 Tipos de cementos portland

Las normas NTE INEN 152 se establecen 5 clasificaciones de cementos portland.

"Tipo I: Cemento portland de uso general. Se lo utiliza en hormigones normales que no están expuestos a agentes agresivos del ambiente como sulfatos tanto en el suelo como en el agua.

Tipo II: Producen moderado calor de hidratación y moderada resistencia a sulfatos. Son útiles para estructuras en contacto con el agua como piscinas o cisternas

Tipo IIA: Tipo II mas aditivo incorporador de aire.

Tipo III: De alta resistencia inicial pero producen mayor calor de hidratación. Son cementos de fraguado rápido y se utilizan para estructuras que se encuentran en contacto con el agua durante su proceso de construcción.

Tipo IIIA: Tipo III más aditivo incorporador de aire.

Tipo IV: De bajo calor de hidratación. Son cementos de fraguado lento. Se pueden utilizar en estructuras como represas en las cuales se requiere controlar el calor emitido durante el proceso de fraguado.

Tipo V: Este tipo de cemento es resistente a los sulfatos que pueden estar presentes en el medio o en el mismo hormigón"

En nuestra provincia podemos encontrar variedad de cementos que se comercializan como son: Selvalegre, Holcim, Chimborazo, los cuales son utilizados cada uno en diferentes regiones del Ecuador, dentro de la provincia de Tungurahua se ha podido observar diferentes construcciones de hormigón estructural en las cuales son utilizadas estas marcas de cemento.

2.1.6 Cemento Selvalegre

La empresa Cementos Selvalegre fue fundada en el año de 1974. Su planta de producción se encuentra situada en la cuidad de Otavalo provincia de Imbabura. En el año de 1980 se produce el primer saco de cemento cumpliendo con las normativas y exigencias del sector constructivo.[11]

El Cemento Selvalegre Plus se caracteriza por ser un Cemento Portland Puzolánico Tipo IP. Selvalegre cumple con las normas NTE INEN 490 y ASTM C 595, su presentación es en sacos de 50 kg. Este producto se puede utilizar en cualquier tipo de obra civil. Dentro de las características del producto se puede decir que este cemento nos permite lograr resistencias a la compresión entre 35 y 50 Mpa, además de considerar un crecimiento de resistencia posterior a los 28 días de edad, alcanzando un 20% de incremento a los 90 días de madurez[12]

Según la norma NTE INEN 490 "esta se aplica para los cemento hidráulicos compuestos, que se emplean en aplicaciones generales y especiales, utilizando cemento portland o clínker de cemento portland, con escoria o puzolana, o ambas; o escoria con cal"

Conforme a los cementos que apliquen la norma NTE INEN 490 se utilizará la siguiente nomenclatura: Tipo IP: Cemento portland puzolánico.

Características físicas cemento

Tabla 4: Propiedades físicas cemento Selvalegre

TIPO DE CEMENTO [A]	NORMA APLICABLE	IS (<70), IT(P<S<70), IP, IT(P≥S)	IS (<70) (MS), IT(P<S<70) (MS), IP(MS), IT(P≥S) (MS)	IS (<70) (HS), IT(P<S<70) (MS), IP(HS), IT(P≥S) (HS)	IS (≥70), IT(S≥70)	IP (LH)[B], IT(P≥S) (LH) [B]
Finura	NTE INEN 196, NTE INEN 957	[C]	[C]	[C]	[C]	[C]
Expansión en autoclave, % máximo	NTE INEN 200	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Contracción en autoclave, % máximo[D]	NTE INEN 200	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Tiempo de fraguado, Ensayo de Vicat:[E]	NTE INEN 158					
Fraguado, minutos, no menor a		45	45	45	45	45
Fraguado, horas, no mayor a		7	7	7	7	7
Contenido de aire en el mortero, volumen % máximo[A]	NTE INEN 195	12	12	12	12	12
Resistencia a la compresión, mínimo [A], MPa	NTE INEN 488					
3 días		13,0	11,0	11,0	--	--
7 días		20,0	18,0	18,0	5,0	11,0
28 días		25,0	25,0	25,0	11,0	21,0
Calor de hidratación máximo:[F]	NTE INEN 199					
7 días, kJ/kg		290	290	290	--	250
(cal/g)		(70)	(70)	(70)	--	(60)
28 días, kJ/kg		330	330	330	--	290
(cal/g)		(80)	(80)	(80)	--	(70)
Requerimiento de agua, % máximo, en peso del cemento,	NTE INEN 488	--	--	--	--	64
Contracción por secado, % máximo.	NTE INEN 2 504	--	--	--	--	0,15
Expansión en mortero, % máximo:[G]	NTE INEN 867					
14 días		0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
8 semanas		0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Resistencia a los sulfatos, % máximo: [H]	NTE INEN 2 503					
Expansión a 180 días		(0,10)[I]	0,10	0,05	--	(0,10)[I]
Expansión a 1 año		--	--	0,10	--	--

[A] Cementos con incorporador de aire, deben tener un contenido de aire en el mortero de 19% ± 3% en volumen y la resistencia a compresión mínima no debe ser menor que 80% de la resistencia del tipo de cemento sin incorporación de aire comparable.
[B] Aplicable solamente cuando se necesita bajo calor de hidratación o no se requiere altas resistencias a edades tempranas.
[C] En todos los informes del fabricante requeridos, según se indica en el numeral 10.4, se debe informar la cantidad retenida al tamizar en húmedo en el tamiz de 45 µm (No. 325) y la superficie especifica medida con el aparato de permeabilidad al aire, m²/kg.
[D] Los especimenes a ser sometidos al ensayo de expansión en autoclave se deben mostrar firmes y duros y no deben mostrar signos de distorsión, roturas, fisuras, picaduras o desintegración.
[E] El tiempo de fraguado se refiere al tiempo inicial de fraguado en la NTE INEN 158. El tiempo de fraguado de cementos que contengan una adición funcional acelerante o retardante solicitada por el usuario no requiere cumplir con los límites de esta tabla, pero debe ser establecido por el fabricante.
[F] Aplicable solo cuando se especifica moderado (MH) o bajo (LH) calor de hidratación, en cuyo caso los requisitos de resistencia deben ser el 80% de los valores indicados en la tabla.
[G] El ensayo de expansión en el mortero es un requisito opcional a ser aplicado solo a pedido del comprador y no se requiere a menos que el cemento vaya a ser utilizado con áridos reactivos con los álcalis.
[H] En los ensayos para un cemento Tipo (HS); el ensayo a un año ya no es necesario cuando el cemento cumple con el límite a los 180 días. Un cemento (HS) que no cumpla el límite a 180 días no debe ser rechazado a menos que no cumpla con el límite a un año.
[I] Criterio opcional de resistencia a los sulfatos, aplicable solamente cuando se especifica.

Fuente: NTE INEN 490

Su presentación es en sacos de 50 kg. Este producto se puede utilizar en cualquier tipo de obra civil.



Imagen 1: Cemento Selvalegre
Fuente: https://www.google.com.ec/url?sa=i&rctsource=image

2.1.6.1 Puzolana

Puzolana se define a aquel material de origen natural o artificial la cual conlleva sílice y alúmina, no se lo considera como un elemento cementoso en sí, cuando estos son molidos en partículas muy finas y mezcladas con cal está fraguara y adquirirá dureza con la colaboración del cemento.

Las puzolanas de origen natural son provenientes de cenizas volcánicas mientras que las artificiales como la arcilla cocida, cenizas de combustible pulverizado, escoria de altos hornos y ceniza de cascara de arroz.[13]

2.1.7 Cemento Chimborazo

La planta de producción de Cemento Chimborazo C.A, fue creada el 15 de Febrero de 1951. Se encuentra ubicado en el km 14 de la Panamericana Sur, en el cantón San Juan de Chico en la Provincia de Chimborazo. Cemento Chimborazo cuenta con 60 años dentro del mercado. Su presentación es en sacos de 50 kg. Actualmente se producen 406.739 toneladas anuales, los cuales son distribuidos a las provincias de Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha, Perú y Colombia.[14]

Cemento Chimborazo CP-253 es un cemento Portland Puzolánico Tipo IP, el cual puede ser empleado de manera general en obras estructurales. Cumple con las normas NTE INEN 490 o ASTM C59. El Cemento Chimborazo se obtiene a partir de la molienda de clínker portland yeso y otros materiales adicionales. Es un cemento

con adición de puzolana lo cual permite que se obtengan buenas características de resistencia a los 28 días de edad y edades de mayor madurez.[15]



Imagen 2: Cemento Chimborazo
Fuente: https://www.google.com.ec/search?q=cemento+chimborazo&biw

2.1.8 Cemento Holcim

Holcim Ecuador S.A. en junio de 1923 inauguro la Planta San Eduardo lo cual contribuyo de gran manera al desarrollo de Guayaquil, para poder abastecer a todo el mercado se realizó el proyecto de molienda en la ciudad de Latacunga en el año de 1977. Actualmente la capacidad de molienda es de 5.4 millones de toneladas al año.

El cemento Holcim Fuerte Tipo GU es el más vendido dentro del mercado, siendo un cemento hidráulico para su uso en construcciones en general donde no se soliciten propiedades espéciales. Su composición es básicamente clínker de cemento portland, sulfato de calcio y adiciones de puzolanas naturales. Posee excelentes resistencias mecánicas para todo tipo de construcciones. [16]

Holcim fabrica sus cementos basado en la Norma NTE INEN 2380.

De acuerdo a la norma NTE INEN 2380 esta "clasifica los cementos, en base a requisitos específicos de desempeño: uso general, alta resistencia inicial, resistencia al ataque por sulfatos y calor de hidratación."

Cementos que se actúen bajo la norma NTE INEN 2380 deben ser denominados de acuerdo a la siguiente nomenclatura, Tipo GU, el cual se utilizado para la construcción en general.

Características físicas cemento Holcim

Tabla 5: Requisitos físicos normalizados del cemento

Tipo de cemento	Norma de ensayo aplicable	GU	HE	MS	HS	MH	LH
Finura	INEN 196	A	A	A	A	A	A
Cambio de longitud por autoclave, % máximo	INEN 200	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Tiempo de fraguado, método de Vicat B	INEN 158						
Inicial, no menos de, minutos		45	45	45	45	45	45
Inicial, no más de, minutos		420	420	420	420	420	420
Contenido de aire del mortero, en volumen, %	INEN 195	C	C	C	C	C	C
Resistencia a la compresión, MPa, mínimo D	INEN 488						
1 día		--	12	--	--	--	--
3 días		13	24	11	11	5	--
7 días		20	--	18	18	11	11
28 días		28	--	--	25	--	21
Calor de hidratación	INEN 199						
7 días, kJ/kg (kcal/kg), máximo		--	--	--	--	290 (70)	250 (60)
28 días, kJ/kg (kcal/kg), máximo		--	--	--	--	--	290 (70)
Expansión en barra de mortero	INEN 2 529						
14 días, % máximo		0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Expansión por sulfatos (resistencia a sulfatos) E	INEN 2 503						
6 meses, % máximo		--	--	0,10	0,05	--	--
1 año, % máximo		--	--	--	0,10	--	--

A El porcentaje retenido en el tamiz de 45 µm (No. 325) por vía húmeda y el área de la superficie específica determinada en el equipo de permeabilidad al aire en m²/kg, ambos deben ser informados en todos los certificados de resultados requeridos al fabricante.

B El tiempo de fraguado se refiere al tiempo de fraguado inicial en la NTE INEN 158.

C Se debe informar el contenido de aire en todos los certificados de resultados de ensayos requeridos al fabricante. El valor obtenido en el mortero no garantiza necesariamente que el contenido de aire en el hormigón sea el mismo.

D Los cementos pueden ser despachados antes que estén disponibles los datos de ensayo de mayor edad. En tales casos, el valor del ensayo puede dejarse en blanco. Alternativamente, el fabricante puede proveer valores estimativos basados en datos históricos de producción. El informe debe indicar si se proporcionan tales estimaciones.

E En los ensayos de cemento HS, no se requieren los ensayos a un año cuando el cemento cumple con el límite a 6 meses. Un cemento HS que no cumple con el límite a 6 meses, no debe ser rechazado a menos que tampoco cumpla el límite a un año.

Fuente: NTE INEN 2380

El cemento Holcim Fuerte Tipo GU es el más vendido dentro del mercado, siendo un cemento hidráulico para su uso en construcciones en general donde no se soliciten propiedades espéciales. Su composición es básicamente clínker de cemento portland, sulfato de calcio y adiciones de puzolanas naturales. Posee excelentes resistencias mecánicas para todo tipo de construcciones.



Imagen 3: Cemento Holcim
Fuente: https://www.google.com.ec/search?q=cemento

2.1.9 Cemento Sol

La empresa Cementos Lima fue creada en el año de 1967 aportando al desarrollo del país, su principal actividad es la producción de cemento, es la principal empresa productora de cemento dentro del país, entre los cuales se encuentra el Cemento Sol que es un Cemento Portland Tipo I. Se encuentra ubicado en la ciudad de Lima, Perú. [17]

Cemento Sol es un cemento Portland Tipo I, se rige a la norma ASTM C-150. Su fabricación es a partir de la molienda de clínker y yeso, se lo puede utilizar en todas las obras civiles debido a su característica de resistencia a la compresión a tempranas edades además de poseer un apropiado tiempo de fraguado.[18]



Imagen 4: Cemento Sol
Fuente: http://www.unacem.comAprendamos-a-Construir-con-Cemento-Sol.pdf

2.1.10 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL HORMIGÓN

2.1.10.1 PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO

Se entiende por hormigón fresco a la mezcla de arena, ripio, cemento, agua los cuales al ser amasados de forma adecuada forman una pasta que al momento de su elaboración se encuentra en un estado líquido hasta llegar a un estado de fraguado.

Dentro de las propiedades del hormigón fresco se encuentra:

- Trabajabilidad
- Consistencia
- Homogeneidad
- Densidad

Trabajabilidad

Al referirnos a trabajabilidad del hormigón podemos decir que es la propiedad para definir la facilidad que la pasta de cemento presta para su amasado, colocado, transporte y compactación. Depende en gran manera de la abundancia de agua presente en la mezcla y armonía entre áridos gruesos y finos.[19]

Esta propiedad está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua que tenga la mezcla y el equilibrio adecuado entre áridos gruesos y finos.

El método tradicional de medir la trabajabilidad es el cono de Abrams, debido que este ensayo nos permite obtener una aproximación numérica a esta propiedad del concreto. [20]

En la Tabla 6, podemos observar los estados de trabajabilidad que presenta en la mezcla de hormigón.

Tabla 6: Trabajabilidad del Hormigón en función del Asentamiento

Asentamiento	**Trabajabilidad**
0 a 2	Muy baja
3 a 5	Baja
6 a 9	Media
10 a 15	Alta
≥16	Muy Alta

Fuente: Hormigón Armado, Montoya Edición 10

Consistencia

La consistencia en el hormigón se puede referir a la facilidad que tenga la mezcla para deformarse lo cual dependerá de varios factores como son la cantidad de agua colocada en la mezcla, tamaño y forma de los agregados. [21]

Para determinar la consistencia en una mezcla de hormigón freso se utilizará como método el cono de Abrams, el cual es un procedimiento muy utilizado en obra para poder observar los cambios que pueden presentarse en diferentes muestras de hormigón ya sea por el agua de amasado, humedad presente en los agregados o granulometría de los mismos.

En base a la Tabla 7, se determinará la consistencia que tiene la mezcla de hormigón.

Tabla 7: Consistencias del Hormigón en función del asentamiento.

Consistencia	Asentamiento en cono de Abrams (cm)
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 5
Blanda	6 a 9
Fluida	10 a 15
Liquida	≥16

Fuente: Hormigón Armado, Jiménez Montoya Edición 14

De acuerdo a la NTE INEN 1578 q expresa: "Una muestra de hormigón recién mezclado se coloca dentro de un molde con forma de un cono truncado y se compacta con una varilla. Se levanta el molde permitiendo que el hormigón se asiente. Se mide la distancia vertical entre la altura original y la del centro desplazado de la superficie superior del hormigón, luego de su deformación. Este valor se reporta como el asentamiento del hormigón"

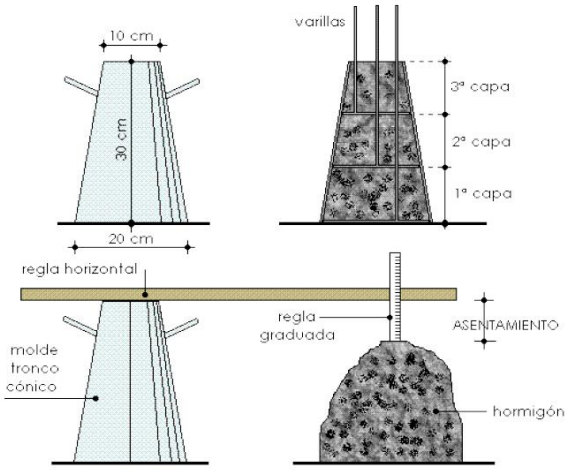


Imagen 5: Método de cono de Abrams
Fuente:http://www.lorenzoservidor.com.ar/facu01/modulo6/modulo6.htm

Homogeneidad

Es la condición en la que todos los materiales actuantes del hormigón se encuentran apropiadamente distribuidos toda la mezcla, se puede obtener una adecuada homogeneidad realizando un buen amasado.

Cuando el contenido de agua es elevado en la pasta de hormigón las partículas gruesas caen al fondo y el mortero queda en la parte superior a este fenómeno se lo conoce como decantación.[21]

Densidad

Se refiere a la cantidad de peso por unidad de volumen de hormigón.[22]

2.1.10.2 PROPIEDADES DEL HORMIGÓN ENDURECIDO

Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión es una medida que se obtiene a partir de la fracturación de probetas cilíndricas de concreto en la máquina de ensayos a compresión, esta se calcula a partir de una carga máxima de ruptura dividida para el área la cual soporta la carga. Los resultados que se obtengan de los ensayos a compresión determinarán si estos cumplen con la resistencia de diseño especificada f'c. [23]

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón hidráulico. NTE INEN 1573, expresa "Los valores obtenidos dependerán de tamaño y la forma del espécimen, dosificación, procedimientos de mezclado, métodos de muestreo, moldeado o fabricación y de la edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado.

Procedimiento

Se deben realizar los ensayos de compresión de especímenes curados en húmedo, tan pronto como sea posible luego de extraerlos del almacenamiento húmedo.

Los especímenes deben ser ensayados en condición húmeda. Se deben mantener húmedos utilizando cualquier método conveniente durante el periodo comprendido entre la remoción del almacenamiento húmedo y el ensayo.

Todos los especímenes de ensayo dada, deben romperse dentro de las tolerancias de tiempo admisibles, señaladas en la Tabla 8.

Tabla 8: Tolerancia de tiempo admisible para el ensayo de especímenes

Edad de ensayo	Tolerancia admisible
24 horas	± 0,5 h o 2,1%
3 días	2 horas o 2,8%
7 días	6 horas o 3,6%
28 días	20 horas o 3,0%
90 días	2 días o 2,2%

Fuente: NTE INEN 1 573

Precisión del ensayo: La tabla 9 proporciona la precisión dentro del ensayo en ensayos de cilindros de 150 mm por 300 mm y de 100 mm por 200 mm moldeados de una muestra de hormigón correctamente mezclada en condiciones de laboratorio y en condiciones de campo (ver el numeral 4.7.1.2)"

Tabla 9: Precisión dentro del ensayo

	Coeficiente de variación (ver nota 12)	***Rango aceptable de variación de resistencia de cilindros individuales (ver nota 12)***	
		2 cilindros	***3 cilindros***
Cilindros de 150 por 300 mm Condiciones de laboratorio Condiciones de campo	 2,4% 2,9%	 6,6% 8,0%	 7,8% 9,5%
Cilindros de 100 por 200 mm Condiciones de laboratorio	3,2%	9,0%	10,6%

Fuente: NTE INEN 1573

2.1.11 Tipos de fallas en concreto

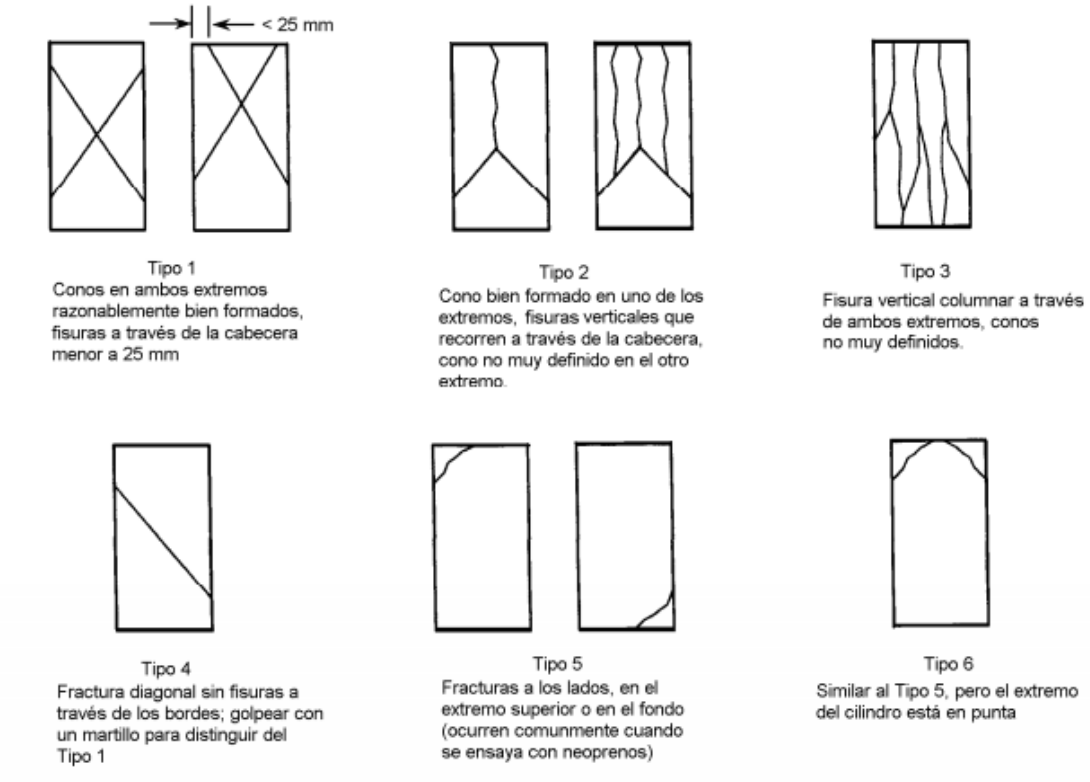


Imagen 6: Fallas comunes en probetas de hormigón
Fuente: NTE INEN 1573

2.2 HIPÓTESIS

Influye la edad en la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

2.3 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.3.1 Variable independiente

Edad

2.3.2 Variable dependiente

Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland

CAPÍTULO III

3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Exploratorio

Los estudios serán de carácter exploratorio, puesto que la presente investigación busca determinar la influencia que tiene edad en la resistencia la compresión del hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland y conocer de manera más significativa el comportamiento que presenta cada una de las mezclas de hormigón.

3.1.2 Descriptivo

Puesto que se busca detallar de manera minuciosa el comportamiento de resistencia a la compresión al utilizar diferentes marcas de cemento en el estudio, y así determinar las edades en que el hormigón alcanza las resistencias de diseño dentro del análisis.

3.1.3. Correlacional

La investigación es de tipo correlacional debido a que existe una estrecha relación entre la edad y la resistencia a la compresión del hormigón. Al utilizarse diferentes marcas de cementos portland varía la resistencia a compresión del hormigón en función de la edad de madurez. De esta forma con la investigación planteada se determinará la edad en la cual los hormigones elaborados con diferentes marcas de cemento portland alcanzan la resistencias de diseño planteadas.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la presente investigación se podría realizar una cantidad infinita de muestra dependiendo del investigador y su grado de minuciosidad, lo cual involucraría altos costos y tiempos prolongados dentro de la investigación.

De acuerdo al ACI-318S-11, p.76 dice que un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 mm por 300 mm.

Dentro del estudio se tomará un total de 48 cilindros de hormigón de 150 mm por 300 mm, 12 cilindros con una misma dosificación utilizando cada uno de las diferentes marcas de cementos portland: Holcim, Chimborazo, Selvalegre, Sol.

Con una resistencia de diseño de 240 kg/cm2. Los cilindros se elaborarán de tal manera que siguán los lineamientos de la norma ASTM C39. Los cilindros se ensayarán a las edades de 7, 14, 28 y 56 días de edad.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1 Variable independiente

Edad

Tabla 10: Operacionalización variable independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Items o preguntas	Técnicas e instrumentos
Edad del hormigón: Es el grado de maduración y adquisición de propiedades de un hormigón con respecto a las que tendría en "condiciones ambientales adecuadas normales". Es un factor muy importante a tomar en cuenta antes de realizar ensayos del mismo, la ruptura d probetas, hay que tener un buen tiempo de fraguado para poder cumplir con los requerimientos necesarios en los diferentes tipos de estructura.	Grado de maduración	Tiempo de adquisición de propiedades mecánicas	¿Cuál es el tiempo adecuado que el hormigón requiere para adquirir sus propiedades mecánicas?	Ensayos de compresión Ficha de registro
	Condiciones ambientales adecuadas.	Condiciones ambientales adecuadas y severas	¿Qué factores ambientales influyen en la resistencia a la compresión del hormigón?	Observación Ficha de registro
	Tiempo de fraguado	Dureza en la pasta de cemento	¿Cuál es el tiempo necesario para que la pasta d cemento se endurezca?	Observación

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

3.3.2 Variable dependiente

Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland

Tabla 11: Operacionalización variable dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Items o preguntas	Técnicas e instrumentos
La resistencia a la compresión: Es la medida más común que se utiliza dentro del medio de la ingeniería para medir una propiedad mecánica fundamental dentro de las obras civiles, depende de varios factores como: tipos de cementos, tipos de agregados, y calidad del agua. La resistencia a compresión se mide mediante la ruptura de probetas cilíndricas de concreto utilizando la máquina de ensayos de compresión. Por lo general 28 días se toma como base para que este llegue a tener la resistencia requerida, después de este tiempo se puede realizar pruebas del mismo.	Propiedad mecánica fundamental	Resistencia a la compresión, módulo de elasticidad.	¿Con que mecanismos se determina las propiedades mecánicas del hormigón?	Ensayos
	Tipos de cemento	Cemento portland, Cemento hidráulico	¿Cuál es la característica que debe tener el cemento para que sea utilizado para la elaboración del hormigón?	Ficha de registro

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tabla 12: Plan de recolección de la información

Preguntas Básicas	Explicación
1. ¿Para qué investigar?	Analizar la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.
2. ¿De qué personas u objetos?	• Marcas comerciales de cemento • Probetas cilíndricas de hormigón
3. ¿Sobre qué aspectos?	• Resistencia a la compresión en edades de 7, 14,28 y 60 días de edad.
4. ¿Quién investigo?	Lorena Martínez V.
5. ¿Cuándo se investigó?	Abril – Septiembre del 2016
6. ¿En dónde se investigó?	Universidad técnica de Ambato. Laboratorio de ensayo de materiales. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
8. ¿Qué técnicas se utilizó?	• Observación • Análisis
9. ¿Con qué escalas de medición?	• Ruptura de probetas • Registros

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.5.1 Plan de procesamiento

El procesamiento de la información recabada a lo largo de la investigación se realizara siguiendo los procesos que se menciona a continuación:

- Se realizaran ensayos de laboratorio para analizar los tipos de agregado a utilizarse dentro de la elaboración del hormigón.
- Ensayo de propiedad de Densidad real del cemento
- Diseño de la dosificación de un hormigón con una resistencia de 240 kg/cm2, utilizando el método de cálculo de la Densidad Máxima, para cada una de las diferentes marcas de cementos portland.
- Se elaborará 48 cilindros de hormigón de dimensiones de 300 mm por 150 mm.

3.5.2 Plan de análisis

Con los datos resultantes de los ensayos a compresión realizados a las 48 muestras hormigón a las edades de 7, 14, 28 y 56 días de madurez, se podrá analizar, evaluar e identificarla relación existente entre las variables planteadas y de la misma forma comprobar la hipótesis.

CAPÍTULO IV

4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la presente investigación se realizaron varios ensayos previos para obtener las características de cada uno de los materiales actuantes dentro de la mezcla de hormigón siendo estos: cemento, agregado grueso, agregado fino, agua. De esta manera se pudo verificar que los materiales a utilizarse cumplan con los requerimientos establecidos dentro de las diferentes normas y así obtener un diseño óptimo para la elaboración del hormigón variando el cemento en cada una de los cálculos de dosificación.

4.1.1 Ensayos realizados en agregados

4.1.1.1Granulometría del agregado fino

Tabla 13: Análisis granulométrico del agregado fino

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

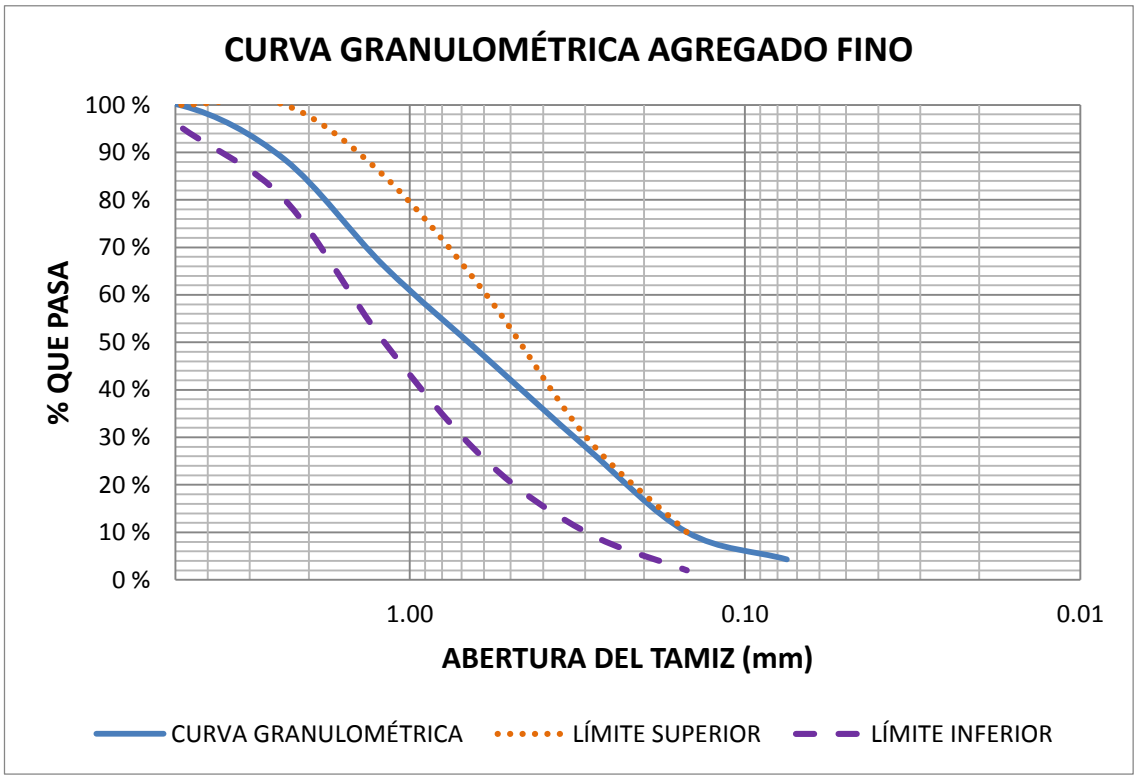
Origen: Cantera Villacrés

Realizado por: Egda. Lorena Martínez

Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Fecha: 07/03/2016

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

Norma:	NTE INEN 696		PESO MUESTRA (gr):		700	% PÉRDIDA	1.01
TAMIZ #	**ABERTURA (mm)**	**PESO RETENIDO PARCIAL (gr)**	**PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% QUE PASA**	**LIMITE ASTM-C33 MÁXIMO %**	**LIMITE ASTM-C33 MÍNIMO %**
3/8"	9.50	0	0	0	100	100	-
# 4	4.75	1.3	1.30	0.19	99.81	100	95
# 8	2.36	78.3	79.60	11.49	88.51	100	80
# 16	1.19	155.9	235.50	33.99	66.01	85	50
# 30	0.590	134.0	369.50	53.33	46.67	60	25
# 50	0.297	130.6	500.10	72.17	27.83	30	10
# 100	0.149	123.2	623.30	89.96	10.04	10	2
# 200	0.075	39.8	663.10	95.70	4.30	-	-
Fuente		29.8	692.90	100.00	0	-	-
MODULO DE FINURA				2.61			

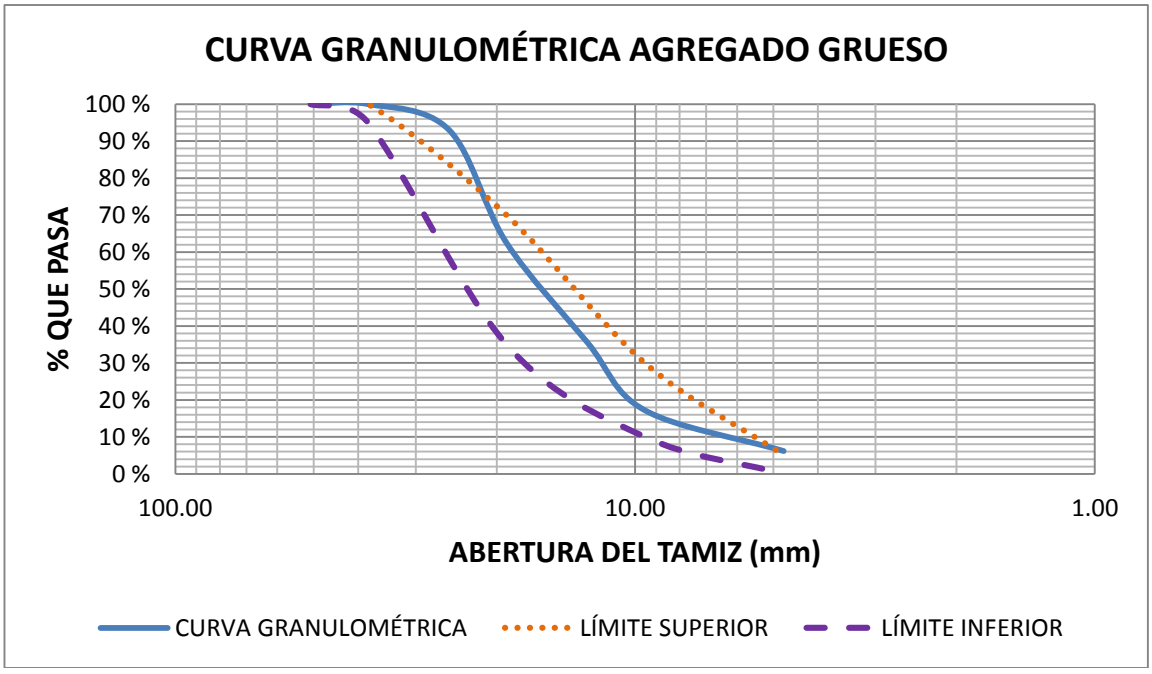


Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.1.2 Granulometría del agregado grueso

Tabla 14: Análisis granulométrico del agregado grueso

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.							
Origen: Cantera Villacrés Realizado por: Egda. Lorena Martínez Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica					Fecha: 07/03/2016		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO							
Norma:	NTE INEN 696		PESO MUESTRA (gr):		10000	% PÉRDIDA	0.11
TAMIZ #	**ABERTURA (mm)**	**PESO RETENIDO PARCIAL (gr)**	**PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% QUE PASA**	**LIMITE ASTM-C33 MÁXIMO %**	**LIMITE ASTM-C33 MÍNIMO %**
2"	50.80	0	0	0	100	100	100
1 1/2"	38.10	0	0	0.00	100.00	100	95
1"	25.40	695	695	6.96	93.04	-	-
3/4"	19.05	3049	3744	37.48	62.52	70	35
1/2"	12.70	2692	6436	64.43	35.57	-	-
3/8"	9.53	1832	8268	82.77	17.23	10	30
Nº 4	4.75	1104	9372	93.82	6.18	5	0
Fuente		617	9989	100.00	0.00	-	-
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO				1"			



Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.1.3 Densidad real y capacidad de absorción del agregado fino.

Tabla 15: Densidad real del agregado fino

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Origen: Cantera Villacrés

Realizado por: Egda. Lorena Martínez Fecha: 11/05/2016

Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

DENSIDAD REAL DEL AGREGADO FINO			
Norma:	NTE INEN 856		
PROCESO	**DATOS**		**UNIDAD**
Masa del picnómetro	165.20		gr
Masa del picnómetro + muestra SSS	652.20		gr
Masa del picnómetro + muestra SSS + agua	958.10		gr
Masa agua añadida	305.90		gr
Masa picnómetro + 500 cc de agua	659.40		gr
Masa de 500 cc de agua	496.20		gr
Densidad del agua	0.99		gr/cm3
Masa del agua desalojada por la muestra	188.30		gr
Masa del agregado	487.00		gr
Volumen del agua desalojada	190.51		gr
Densidad real de la arena	**2.56**		**gr/cm3**
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO			
PROCESO	**DATOS**		**UNIDAD**
Masa del recipiente	23.20	22.90	gr
Masa del recipiente + muestra SSS	162.20	163.20	gr
Masa de la muestra SSS	139.00	140.30	gr
Masa de recipiente + muestra seca	160.40	159.80	gr
Masa de la muestra seca	137.10	136.90	gr
Capacidad de absorción	1.31	2.48	%
Capacidad de absorción promedio	1.90		%

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.1.4 Densidad real y capacidad de absorción del agregado grueso.

Tabla 16: Densidad real del agregado grueso

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Origen: Cantera

Realizado por: Egda. Lorena Martínez Fecha: 11/05/2016

Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

DENSIDAD REAL DEL AGREGADO GRUESO			
Norma:	NTE INEN 857		
PROCESO	**DATOS**		**UNIDAD**
Masa de la canastilla en el aire	1324.00		gr
Masa de la canastilla en el agua	1132.00		gr
Masa de la canastila + muestra SSS en el aire	4442.10		gr
Masa de la canastilla + muestra SSS en el agua	3067.00		gr
Densidad real del agua	0.99		gr/cm3
Masa de la muestra SSS en el aire	3118.10		gr
Masa de la muestra SSS en el agua	1935.00		gr
Volumen real de la muestra	1195.05		cm3
Densidad real	**2.61**		**gr/cm3**
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO			
PROCESO	**DATOS**		**UNIDAD**
Masa del recipiente	25.70	24.80	gr
Masa del recipiente + muestra SSS	162.90	145.20	gr
Masa de la muestra SSS	137.20	120.40	gr
Masa de recipiente + muestra seca	160.60	143.00	gr
Masa de la muestra seca	134.90	118.20	gr
Capacidad de absorción	1.70	1.86	%
Capacidad de absorción promedio	1.78		%

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.1.5 Densidad aparente suelta y compactada

Tabla 17: Densidad aparente compactada del agregado fino y grueso

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Origen: Cantera

Realizado por: Egda. Lorena Martínez Fecha: 11/05/2016

Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO				
Masa del recipiente (Kg) : 9.9	Volumen recipiente (dm3): 20.29			
Norma:	NTE INEN 858:2010			
AGREGADO	Agregado + Recipiente (kg)	Agregado (kg)	Densidad (kg/dm^3)	Densidad Promedio (kg/dm^3)
GRUESO	39.70	29.80	1.47	1.48
	39.80	29.90	1.48	
FINO	44.00	34.10	1.68	1.68
	43.90	34.00	1.68	
DENSIDAD APARENTE SUELTA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO				
Masa del recipiente (Kg) : 9.9	Volumen recipiente (dm3): 20.29			
Norma:	NTE INEN 858:2010			
AGREGADO	Agregado + Recipiente (kg)	Agregado (kg)	Densidad (kg/dm^3)	Densidad Promedio (kg/dm^3)
GRUESO	38.10	28.20	1.39	1.39
	37.90	28.00	1.38	
FINO	41.60	31.70	1.56	1.56
	41.40	31.50	1.55	

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.1.6 Densidad aparente compactada de la mezcla

Tabla 18: Densidad aparente compactada de la mezcla

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

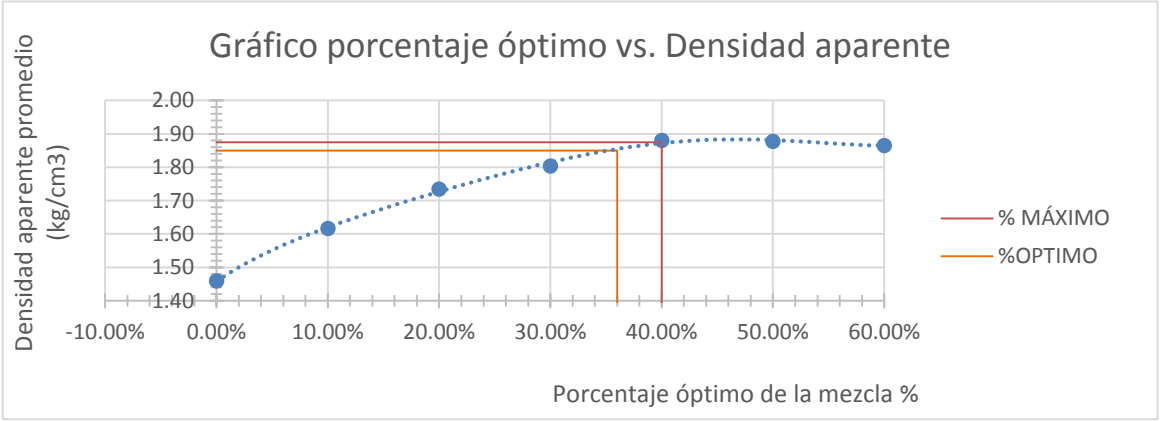
Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Origen: Cantera Villacrés
Realizado por: Egda. Lorena Martínez Fecha: 19/05/2016
Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DE LA MEZCLA

Masa recipiente (Kg):	9.9
Volumen recipiente (dm^3):	20.29
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	39.60	29.70	1.46	1.46
					39.40	29.50	1.45	
90.00%	10.00%	40.00	4.44	4.44	42.60	32.70	1.61	1.62
					42.80	32.90	1.62	
80.00%	20.00%	40.00	10.00	5.56	45.20	35.30	1.74	1.73
					45.00	35.10	1.73	
70.00%	30.00%	40.00	17.14	7.14	46.60	36.70	1.81	1.80
					46.40	36.50	1.80	
60.00%	40.00%	40.00	26.67	9.53	48.10	38.20	1.88	1.88
					48.00	38.10	1.88	
50.00%	50.00%	40.00	40.00	13.33	47.90	38.00	1.87	1.88
					48.10	38.20	1.88	
40.00%	60.00%	40.00	60.00	20.00	47.70	37.80	1.86	1.87
					47.80	37.90	1.87	



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)	*1.875*
Peso unitario óptimo (gr/cm^3)	*1.850*

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.2 Ensayos realizados en cementos

4.1.2.1 Densidad real Cemento Holcim

Tabla 19: Densidad real cemento Holcim.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Origen: Cemento Holcim

Realizado por: Egda. Lorena Martínez Fecha: 03/03/2016

Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

DENSIDAD REAL DEL CEMENTO HOLCIM

Norma:	NTE INEN 156		
PROCESO	**DATOS**		**UNIDAD**
Masa del picnómetro	152.70	151.20	gr
Masa del picnómetro + muestra	434.50	434.30	gr
Masa del picnómetro + muestra + gasolina	730.10	729.50	gr
Masa gasolina añadida	295.60	295.20	gr
Masa picnómetro + 500 cc de gasolina	518.10	516.80	gr
Masa de 500 cc de gasolina	365.40	365.60	gr
Densidad de la gasolina	0.73	0.73	gr/cm3
Masa de la gasolina desalojada por la muestra	69.80	70.40	gr
Masa del cemento	281.80	283.10	gr
Volumen de la gasolina desalojada	95.51	96.28	cm3
Densidad real del cemento	2.95	2.94	gr/cm3
Densidad real promedio	**2.95**		**gr/cm3**

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.2.2 Densidad real Cemento Selvalegre

Tabla 20: Densidad real cemento Selvalegre.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Origen: Cemento Selvalegre

Realizado por: Egda. Lorena Martínez Fecha: 03/03/2016

Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

DENSIDAD REAL DEL CEMENTO SELVALEGRE

Norma:	NTE INEN 156		
PROCESO	**DATOS**		**UNIDAD**
Masa del picnómetro	163.20	165.10	gr
Masa del picnómetro + muestra	543.60	541.20	gr
Masa del picnómetro + muestra + gasolina	811.60	809.00	gr
Masa gasolina añadida	268.00	267.80	gr
Masa picnómetro + 500 cc de gasolina	527.50	527.50	gr
Masa de 500 cc de gasolina	364.30	362.40	gr
Densidad de la gasolina	0.73	0.72	gr/cm3
Masa de la gasolina desalojada por la muestra	96.30	94.60	gr
Masa del cemento	380.40	376.10	gr
Volumen de la gasolina desalojada	132.17	130.52	cm3
Densidad real del cemento	2.88	2.88	gr/cm3
Densidad real promedio	**2.88**		**gr/cm3**

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.2.3 Densidad real Cemento Chimborazo

Tabla 21: Densidad real cemento Chimborazo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Origen: Cemento Chimborazo

Realizado por: Egda. Lorena Martínez Fecha: 03/03/2016

Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

DENSIDAD REAL DEL CEMENTO CHIMBORAZO

Norma:	NTE INEN 156		
PROCESO	**DATOS**		**UNIDAD**
Masa del picnómetro	161.10	158.20	gr
Masa del picnómetro + muestra	467.80	440.60	gr
Masa del picnómetro + muestra + gasolina	753.50	746.80	gr
Masa gasolina añadida	285.70	306.20	gr
Masa picnómetro + 500 cc de gasolina	524.50	537.50	gr
Masa de 500 cc de gasolina	363.40	379.30	gr
Densidad de la gasolina	0.73	0.76	gr/cm3
Masa de la gasolina desalojada por la muestra	77.70	73.10	gr
Masa del cemento	306.70	282.40	gr
Volumen de la gasolina desalojada	106.91	96.36	cm3
Densidad real del cemento	2.87	2.93	gr/cm3
Densidad real promedio	**2.90**		**gr/cm3**

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.2.4 Densidad real Cemento Sol

Tabla 22: Densidad real cemento Sol

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Origen: Cemento Sol

Realizado por: Egda. Lorena Martínez Fecha: 30/05/2016

Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

DENSIDAD REAL DEL CEMENTO SOL

Norma:	NTE INEN 156		
PROCESO	**DATOS**		**UNIDAD**
Masa del picnómetro	174.20	165.60	gr
Masa del picnómetro + muestra	355.10	352.10	gr
Masa del picnómetro + muestra + gasolina	677.80	670.00	gr
Masa gasolina añadida	322.70	317.90	gr
Masa picnómetro + 500 cc de gasolina	537.70	529.50	gr
Masa de 500 cc de gasolina	363.50	363.90	gr
Densidad de la gasolina	0.73	0.73	gr/cm3
Masa de la gasolina desalojada por la muestra	40.80	46.00	gr
Masa del cemento	180.90	186.50	gr
Volumen de la gasolina desalojada	56.12	63.20	cm3
Densidad real del cemento	3.22	2.95	gr/cm3
Densidad real promedio	**3.09**		**gr/cm3**

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.3 Calculo de la Dosificación

4.1.3.1 Dosificación Cemento Holcim

Tabla 23: Dosificación cemento Holcim

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Origen: Cantera La Península - Ambato
Realizado por: Egda. Lorena Martínez — Fecha: 30/05/2016
Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA CEMENTO HOLCIM

DATOS DE TABLAS					
W/C	0.56		**CP en %**	POV +2% + 8%POV	
DATOS DE ENSAYO			**CÁLCULOS**		
f'c	240	gr/cm^2			
Asentamiento	6 - 9	cm	DRM	2.592	kg/dm^3
DRC	2.95	gr/cm^3	POV	28.627	%
DRA	2.56	gr/cm^3	CP	329.167	dm3
DRR	2.61	gr/cm^3	C	366.154	kg
POA	36	%	W	205.047	lts
POR	64	%	A	618.240	kg
DOM	1.85	gr/cm^3	R	1120.560	kg

DOSIFICACIÓN AL PESO

MATERIAL	**CANTIDAD EN KG POR CADA M3 DE HORMIGÓN**	**DOSIFICACIÓN AL PESO**	**CANTIDAD KG POR SACO DE CEMENTO DE 50 KG**
W	205.047	0.56	28.00
C	366.154	1.00	50.00
A	618.240	1.69	84.42
R	1120.560	3.06	153.02
TOTAL	**2310.001**		

NOMENCLATURA

DRC	Densidad Real del Cemento	DRM	Densidad Real de la mezcla
DRA	Densidad Real de la Arena	POV	Porcentaje Óptimo de Vacíos
DRR	Densidad Real del Ripio	CP	Cantidad de Pasta
POA	Porcentaje Óptimo Arena	C	Cantidad de Cemento
POR	Porcentaje Óptimo Ripio	W	Cantidad de Agua
DOM	Densidad Óptima de la mezcla	A	Cantidad de Arena
W/C	Relación Agua/Cemento	R	Cantidad de Ripio
CP en %	Porcentaje de Cantidad de Pasta		

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.3.2 Dosificación de Cemento Selvalegre

Tabla 24: Dosificación cemento Selvalegre.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Origen: Cantera La Península - Ambato
Realizado por: Egda. Lorena Martínez — Fecha: 30/05/2016
Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA CEMENTO SELVALEGRE

DATOS DE TABLAS					
W/C	0.56		**CP en %**	POV +2% + 8%POV	
DATOS DE ENSAYO			**CÁLCULOS**		
f'c	240	gr/cm^2			
Asentamiento	6 - 9	cm	DRM	2.592	kg/dm^3
DRC	2.88	gr/cm^3	POV	28.627	%
DRA	2.56	gr/cm^3	CP	329.167	dm3
DRR	2.61	gr/cm^3	C	362.829	kg
POA	36	%	W	203.184	lts
POR	64	%	A	618.240	kg
DOM	1.85	gr/cm^3	R	1120.560	kg

DOSIFICACIÓN AL PESO

MATERIAL	**CANTIDAD EN KG POR CADA M3 DE HORMIGÓN**	**DOSIFICACIÓN AL PESO**	**CANTIDAD KG POR SACO DE CEMENTO DE 50 KG**
W	203.184	0.56	28.00
C	362.829	1.00	50.00
A	618.240	1.70	85.20
R	1120.560	3.09	154.42
TOTAL	**2304.813**		

NOMENCLATURA

DRC	Densidad Real del Cemento	DRM	Densidad Real de la mezcla
DRA	Densidad Real de la Arena	POV	Porcentaje Óptimo de Vacíos
DRR	Densidad Real del Ripio	CP	Cantidad de Pasta
POA	Porcentaje Óptimo Arena	C	Cantidad de Cemento
POR	Porcentaje Óptimo Ripio	W	Cantidad de Agua
DOM	Densidad Óptima de la mezcla	A	Cantidad de Arena
W/C	Relación Agua/Cemento	R	Cantidad de Ripio
CP en %	Porcentaje de Cantidad de Pasta		

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.3.3 Dosificación Cemento Chimborazo

Tabla 25: Dosificación cemento Chimborazo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Origen: Cantera La Península - Ambato
Realizado por: Egda. Lorena Martínez Fecha: 30/05/2016
Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA CEMENTO CHIMBORAZO

DATOS DE TABLAS					
W/C	0.56		**CP en %**	POV +2% + 8%POV	
DATOS DE ENSAYO			**CÁLCULOS**		
f'c	240	gr/cm^2			
Asentamiento	6 - 9	cm	DRM	2.592	kg/dm^3
DRC	2.9	gr/cm^3	POV	28.627	%
DRA	2.56	gr/cm^3	CP	329.167	dm3
DRR	2.61	gr/cm^3	C	363.789	kg
POA	36	%	W	203.722	lts
POR	64	%	A	618.240	kg
DOM	1.85	gr/cm^3	R	1120.560	kg

DOSIFICACIÓN AL PESO

MATERIAL	**CANTIDAD EN KG POR CADA M3 DE HORMIGÓN**	**DOSIFICACIÓN AL PESO**	**CANTIDAD KG POR SACO DE CEMENTO DE 50 KG**
W	203.722	0.56	28.00
C	363.789	1.00	50.00
A	618.240	1.70	84.97
R	1120.560	3.08	154.01
TOTAL	**2306.311**		

NOMENCLATURA

DRC	Densidad Real del Cemento	DRM	Densidad Real de la mezcla
DRA	Densidad Real de la Arena	POV	Porcentaje Óptimo de Vacíos
DRR	Densidad Real del Ripio	CP	Cantidad de Pasta
POA	Porcentaje Óptimo Arena	C	Cantidad de Cemento
POR	Porcentaje Óptimo Ripio	W	Cantidad de Agua
DOM	Densidad Óptima de la mezcla	A	Cantidad de Arena
W/C	Relación Agua/Cemento	R	Cantidad de Ripio
CP en %	Porcentaje de Cantidad de Pasta		

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.3.4 Dosificación Cemento Sol

Tabla 26: Dosificación cemento Sol.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Origen: Cantera La Península - Ambato
Realizado por: Egda. Lorena Martínez Fecha: 30/05/2016
Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA CEMENTO SOL

DATOS DE TABLAS					
W/C	0.56		**CP en %**	POV +2% + 8%POV	
DATOS DE ENSAYO			**CÁLCULOS**		
f'c	240	gr/cm^2			
Asentamiento	6 - 9	cm	DRM	2.592	kg/dm^3
DRC	3.09	gr/cm^3	POV	28.627	%
DRA	2.56	gr/cm^3	CP	329.167	dm3
DRR	2.61	gr/cm^3	C	372.519	kg
POA	36	%	W	208.610	lts
POR	64	%	A	618.240	kg
DOM	1.85	gr/cm^3	R	1120.560	kg

DOSIFICACIÓN AL PESO

MATERIAL	**CANTIDAD EN KG POR CADA M3 DE HORMIGÓN**	**DOSIFICACIÓN AL PESO**	**CANTIDAD KG POR SACO DE CEMENTO DE 50 KG**
W	208.610	0.56	28.00
C	372.519	1.00	50.00
A	618.240	1.66	82.98
R	1120.560	3.01	150.40
TOTAL	**2319.929**		

NOMENCLATURA

DRC	Densidad Real del Cemento	DRM	Densidad Real de la mezcla
DRA	Densidad Real de la Arena	POV	Porcentaje Óptimo de Vacíos
DRR	Densidad Real del Ripio	CP	Cantidad de Pasta
POA	Porcentaje Óptimo Arena	C	Cantidad de Cemento
POR	Porcentaje Óptimo Ripio	W	Cantidad de Agua
DOM	Densidad Óptima de la mezcla	A	Cantidad de Arena
W/C	Relación Agua/Cemento	R	Cantidad de Ripio
CP en %	Porcentaje de Cantidad de Pasta		

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.4 Propiedades del hormigón en estado fresco

Tabla 27: Propiedades hormigón fresco cemento Holcim

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Realizado por: Egda. Lorena Martínez **Volumen del cilindro :** 0.0053

Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Norma: NTE INEN 1578

PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO
CEMENTO HOLCIM
RESISTENCIA DE DISEÑO 240 kg/cm2

Probeta N°	Fecha de elaboración	Peso molde (kg)	Peso molde + H° en estado fresco (kg)	Peso del H° en estado fresco (kg)	Trabajabilidad	Asentamiento (cm)	Consistencia	Densidad (kg/m3)	Densidad media (kg/m3)
1	02/06/2016	11.00	23.80	12.80	Media	7	Blanda	2415.09	2365.57
2	02/06/2016	11.40	23.90	12.50				2358.49	
3	02/06/2016	11.40	24.05	12.65				2386.79	
4	02/06/2016	11.30	23.60	12.30				2320.75	
5	02/06/2016	11.40	23.90	12.50				2358.49	
6	02/06/2016	11.40	24.00	12.60				2377.36	
7	02/06/2016	11.30	23.80	12.50				2358.49	
8	02/06/2016	11.00	23.95	12.95				2443.40	
9	02/06/2016	11.40	23.85	12.45				2349.06	
10	02/06/2016	11.40	23.80	12.40				2339.62	
11	02/06/2016	11.40	23.90	12.50				2358.49	
12	02/06/2016	11.30	23.60	12.30				2320.75	

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

Tabla 28: Propiedades hormigón fresco cemento Selvalegre.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Realizado por: Egda. Lorena Martínez

Volumen del cilindro : 0.0053

Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Norma: NTE INEN 1578

PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO
CEMENTO SELVALEGRE
RESISTENCIA DE DISEÑO 240 kg/cm2

Probeta N°	Fecha de elaboración	Peso molde (kg)	Peso molde + H° en estado fresco (kg)	Peso del H° en estado fresco (kg)	Trabajabilidad	Asentamiento (cm)	Consistencia	Densidad (kg/m3)	Densidad media (kg/m3)
1	30/05/2016	11.40	24.00	12.60	Media	6	Blanda	2377.36	2381.29
2	30/05/2016	11.40	23.90	12.50				2358.49	
3	30/05/2016	11.40	24.00	12.60				2377.36	
4	30/05/2016	11.40	23.85	12.45				2349.06	
5	30/05/2016	11.00	23.60	12.60				2377.36	
6	30/05/2016	11.30	23.85	12.55				2367.92	
7	30/05/2016	11.40	24.10	12.70				2396.23	
8	30/05/2016	11.30	24.10	12.80				2415.09	
9	30/05/2016	11.30	24.05	12.75				2405.66	
10	30/05/2016	11.30	23.90	12.60				2377.36	
11	30/05/2016	11.30	24.00	12.70				2396.23	
12	30/05/2016	11.40	24.00	12.60				2377.36	

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

Tabla 29: Propiedades hormigón fresco cemento Chimborazo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Realizado por: Egda. Lorena Martínez **Volumen del cilindro :** 0.0053

Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Norma: NTE INEN 1578

PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO
CEMENTO CHIMBORAZO
RESISTENCIA DE DISEÑO 240 kg/cm2

Probeta N°	Fecha de elaboración	Peso molde (kg)	Peso molde + H° en estado fresco (kg)	Peso del H° en estado fresco (kg)	Trabajabilidad	Asentamiento (cm)	Consistencia	Densidad (kg/m3)	Densidad media (kg/m3)
1	25/05/2016	11.30	23.70	12.40	Media	6,5	Blanda	2339.62	2342.77
2	25/05/2016	11.30	24.00	12.70				2396.23	
3	25/05/2016	11.40	23.80	12.40				2339.62	
4	25/05/2016	11.30	23.90	12.60				2377.36	
5	25/05/2016	11.50	24.20	12.70				2396.23	
6	25/05/2016	11.50	24.10	12.60				2377.36	
7	25/05/2016	11.50	23.80	12.30				2320.75	
8	25/05/2016	11.40	23.60	12.20				2301.89	
9	25/05/2016	11.60	23.80	12.20				2301.89	
10	25/05/2016	11.60	23.90	12.30				2320.75	
11	25/05/2016	11.60	23.90	12.30				2320.75	
12	25/05/2016	11.55	23.85	12.30				2320.75	

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

Tabla 30: Propiedades hormigón fresco cemento Sol.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Realizado por: Egda. Lorena Martínez **Volumen del cilindro :** 0.0053

Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Norma: NTE INEN 1578

PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO
CEMENTO SOL
RESISTENCIA DE DISEÑO 240 kg/cm2

Probeta N°	Fecha de elaboración	Peso molde (kg)	Peso molde + H° en estado fresco (kg)	Peso del H° en estado fresco (kg)	Trabajabilidad	Asentamiento (cm)	Consistencia	Densidad (kg/m3)	Densidad media (kg/m3)
1	01/06/2016	11.60	24.00	12.40	Media	7	Blanda	2339.62	2371.07
2	01/06/2016	11.30	24.10	12.80				2415.09	
3	01/06/2016	11.40	23.90	12.50				2358.49	
4	01/06/2016	11.40	24.10	12.70				2396.23	
5	01/06/2016	11.40	24.10	12.70				2396.23	
6	01/06/2016	11.00	23.70	12.70				2396.23	
7	01/06/2016	11.40	23.80	12.40				2339.62	
8	01/06/2016	11.30	23.60	12.30				2320.75	
9	01/06/2016	11.50	23.90	12.40				2339.62	
10	01/06/2016	11.30	23.80	12.50				2358.49	
11	01/06/2016	11.40	24.20	12.80				2415.09	
12	01/06/2016	11.30	23.90	12.60				2377.36	

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.5 Densidad del hormigón endurecido a los 7, 14, 28 y 56 días de edad

Tabla 31: Densidad del hormigón endurecido cemento Holcim.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Realizado por: Egda. Lorena Martínez
Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Volumen del Cilindro: 0.0053
Norma: ASTM C39

DENSIDAD DEL HORMIGÓN ENDURECIDO
CEMENTO HOLCIM
RESISTENCIA DE DISEÑO 240 kg/cm2

Probeta N°	Edad	Peso cilindro en estado endurecido (kg)	Densidad (kg/m3)	Densidad media (kg/m3)
1	7	12.518	2361.89	2347.67
2		12.446	2348.30	
3		12.364	2332.83	
4	14	12.316	2323.77	2340.88
5		12.492	2356.98	
6		12.412	2341.89	
7	28	12.335	2327.36	2339.62
8		12.388	2337.36	
9		12.477	2354.15	
10	56	12.603	2377.92	2390.94
11		12.806	2416.23	
12		12.607	2378.68	

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

Tabla 32: Densidad del hormigón endurecido cemento Selvalegre.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Realizado por: Egda. Lorena Martínez
Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Volumen del Cilindro: 0.0053
Norma: ASTM C39

DENSIDAD DEL HORMIGÓN ENDURECIDO
CEMENTO SELVALEGRE
RESISTENCIA DE DISEÑO 240 kg/cm2

Probeta N°	Edad	Peso cilindro en estado endurecido (kg)	Densidad (kg/m3)	Densidad media (kg/m3)
1	7	12.554	2368.68	2365.09
2		12.516	2361.51	
3		12.535	2365.09	
4	14	12.392	2338.11	2358.55
5		12.593	2376.04	
6		12.516	2361.51	
7	28	12.706	2397.36	2392.70
8		12.593	2376.04	
9		12.745	2404.72	
10	56	12.570	2371.70	2388.30
11		12.757	2406.98	
12		12.647	2386.23	

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

Tabla 33: Densidad del hormigón endurecido cemento Chimborazo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Realizado por: Egda. Lorena Martínez
Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Volumen del Cilindro: 0.0053
Norma: ASTM C39

DENSIDAD DEL HORMIGÓN ENDURECIDO
CEMENTO CHIMBORAZO
RESISTENCIA DE DISEÑO 240 kg/cm2

Probeta N°	Edad	Peso cilindro en estado endurecido (kg)	Densidad (kg/m3)	Densidad media (kg/m3)
1	7	12.273	2315.66	2311.07
2		12.235	2308.49	
3		12.238	2309.06	
4	14	12.323	2325.09	2327.11
5		12.337	2327.74	
6		12.341	2328.49	
7	28	12.395	2338.68	2356.73
8		12.638	2384.53	
9		12.439	2346.98	
10	56	12.651	2386.98	2374.59
11		12.602	2377.74	
12		12.503	2359.06	

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

Tabla 34: Densidad del hormigón endurecido cemento Sol

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Realizado por: Egda. Lorena Martínez
Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Volumen del Cilindro: 0.0053
Norma: ASTM C39

DENSIDAD DEL HORMIGÓN ENDURECIDO
CEMENTO SOL
RESISTENCIA DE DISEÑO 240 kg/cm2

Probeta N°	Edad	Peso cilindro en estado endurecido (kg)	Densidad (kg/m3)	Densidad media (kg/m3)
1	7	12.616	2380.38	2370.13
2		12.477	2354.15	
3		12.592	2375.85	
4	14	12.632	2383.40	2367.67
5		12.578	2373.21	
6		12.436	2346.42	
7	28	12.530	2364.15	2354.03
8		12.415	2342.45	
9		12.484	2355.47	
10	56	12.510	2360.38	2365.79
11		12.613	2379.81	
12		12.493	2357.17	

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.1.5 Resultados del ensayo a compresión

Tabla 35: Resistencia a la compresión cemento Holcim.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Realizado por: Egda. Lorena Martínez
Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Norma: NTE INEN 1573 - ASTM C39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
CEMENTO HOLCIM
RESISTENCIA DE DISEÑO 240 kg/cm2

Probeta N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Carga (Kg)	Esfuerzo a la compresión (kg/cm2)	Esfuerzo a la compresión promedio (kg/cm2)	Esfuerzo promedio en %	Limites superior e inferior (%)
1	02/06/2016	09/06/2016	7	15.1	178.60	32178.83	180.17	178.84	74.52	65 - 75
2	02/06/2016	09/06/2016		15.00	176.71	31986.75	181.01			
3	02/06/2016	09/06/2016		15.05	177.89	31192.76	175.34			
4	02/06/2016	16/06/2016	14	15.10	179.08	37099.72	207.17	209.50	87.29	80 - 90
5	02/06/2016	16/06/2016		14.90	174.37	36932.51	211.81			
6	02/06/2016	16/06/2016		15.09	178.84	37470.88	209.52			
7	02/06/2016	30/06/2016	28	14.82	172.50	40312.53	233.70	240.10	100.04	95 - 105
8	02/06/2016	30/06/2016		14.90	174.37	42115.18	241.53			
9	02/06/2016	30/06/2016		15.00	176.71	43306.31	245.06			
10	02/06/2016	28/07/2016	56	15.00	176.71	52488.63	297.02	295.23	123.01	115 - 125
11	02/06/2016	28/07/2016		14.90	174.37	51960.84	298.00			
12	02/06/2016	28/07/2016		14.90	174.37	50682.47	290.67			

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

Tabla 36: Resistencia a la compresión cemento Selvalegre.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Realizado por: Egda. Lorena Martínez

Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Norma: NTE INEN 1573 - ASTM C39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
CEMENTO SELVALEGRE
RESISTENCIA DE DISEÑO 240 kg/cm2

Probeta N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad	Diámetro (mm)	Área (cm2)	Carga (Kg)	Esfuerzo a la compresión (kg/cm2)	Esfuerzo a la compresión promedio (kg/cm2)	Esfuerzo promedio en %	Limites superior e inferior (%)
1	30/05/2016	06/06/2016	7	14.90	174.37	25499.51	146.24	145.98	60.83	65 - 75
2	30/05/2016	06/06/2016		14.90	174.37	25540.79	146.48			
3	30/05/2016	06/06/2016		15.00	176.71	25665.31	145.24			
4	30/05/2016	14/06/2016	14	14.82	172.50	31901.52	184.94	184.90	77.04	80 - 90
5	30/05/2016	14/06/2016		14.90	174.37	32634.69	187.16			
6	30/05/2016	14/06/2016		15.00	176.71	32266.38	182.59			
7	30/05/2016	27/06/2016	28	14.92	174.83	41333.69	236.42	237.81	99.09	95 - 105
8	30/05/2016	27/06/2016		15.00	176.71	42023.41	237.80			
9	30/05/2016	27/06/2016		15.10	179.08	42836.58	239.21			
10	30/05/2016	25/07/2016	56	15.10	179.08	48079.50	268.48	269.11	112.13	115 - 125
11	30/05/2016	25/07/2016		15.00	176.71	47921.09	271.18			
12	30/05/2016	25/07/2016		15.00	176.71	47300.16	267.66			

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

Tabla 37: Resistencia a la compresión cemento Chimborazo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Realizado por: Egda. Lorena Martínez

Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Norma: NTE INEN 1573 - ASTM C39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
CEMENTO CHIMBORAZO
RESISTENCIA DE DISEÑO 240 kg/cm2

Probeta N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad	Diámetro (mm)	Área (cm2)	Carga (Kg)	Esfuerzo a la compresión (kg/cm2)	Esfuerzo a la compresión promedio (kg/cm2)	Esfuerzo promedio en %	Limites superior e inferior (%)
1	25/05/2016	01/06/2016	7	14.90	174.37	28456.70	163.20	162.75	67.81	65 - 75
2	25/05/2016	01/06/2016		14.90	174.37	28487.78	163.38			
3	25/05/2016	01/06/2016		15.00	176.71	28571.51	161.68			
4	25/05/2016	08/06/2016	14	14.90	174.37	33413.90	191.63	193.88	80.78	80 - 90
5	25/05/2016	08/06/2016		14.90	174.37	33797.17	193.83			
6	25/05/2016	08/06/2016		14.90	174.37	34208.22	196.19			
7	25/05/2016	22/06/2016	28	14.80	172.03	41527.54	241.39	241.92	100.80	95 - 105
8	25/05/2016	22/06/2016		15.01	176.95	42773.84	241.73			
9	25/05/2016	22/06/2016		15.00	176.71	42878.03	242.64			
10	25/05/2016	20/07/2016	56	15.10	179.08	52984.35	295.87	295.90	123.29	115 - 125
11	25/05/2016	20/07/2016		15.00	176.71	53366.39	301.99			
12	25/05/2016	20/07/2016		14.90	174.37	50539.71	289.85			

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

Tabla 38: Resistencia a la compresión cemento Sol.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Análisis comparativo de la edad vs la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland.

Realizado por: Egda. Lorena Martínez

Sitio de ensayo: Laboratorios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Norma: NTE INEN 1573 - ASTM C39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
CEMENTO SOL
RESISTENCIA DE DISEÑO 240 kg/cm2

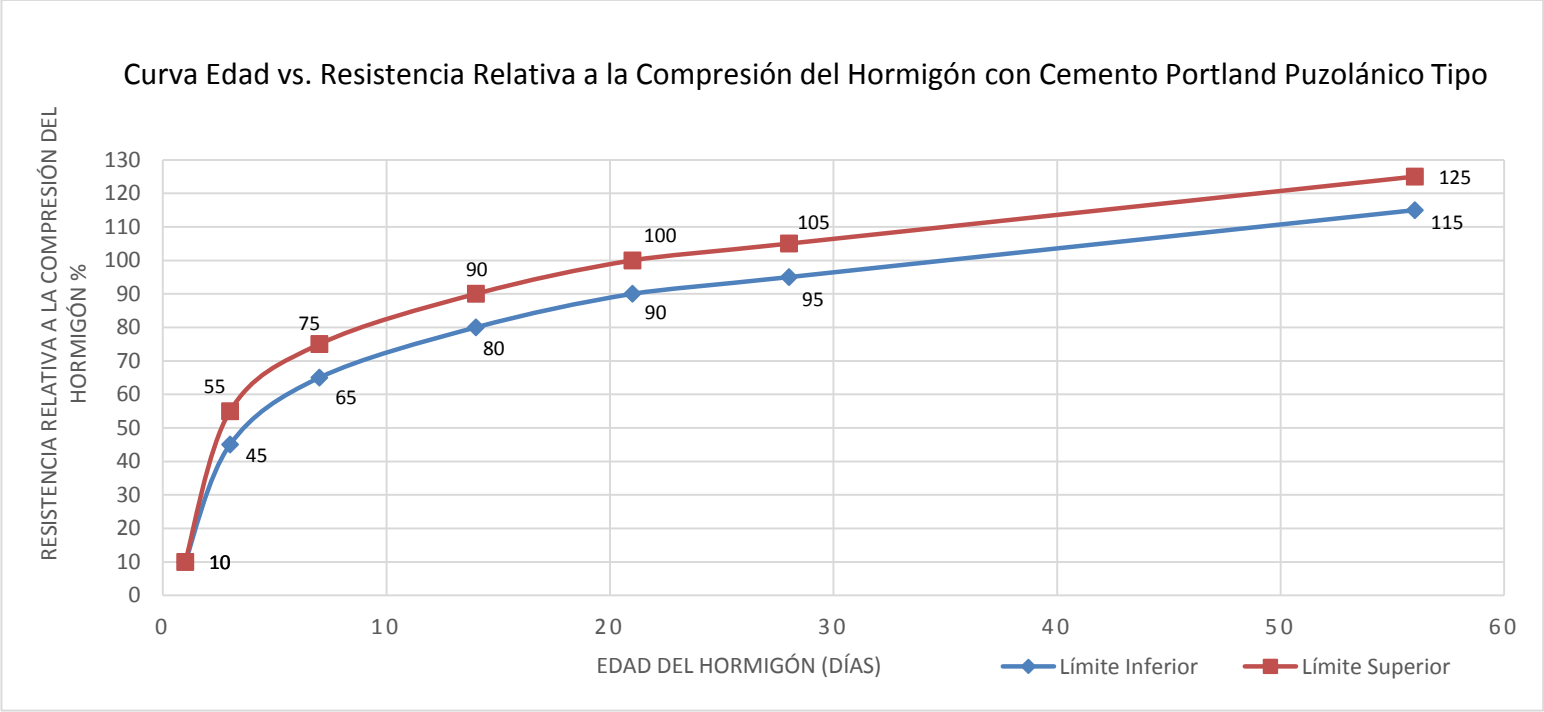
Probeta N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad	Diámetro (mm)	Área (cm2)	Carga (Kg)	Esfuerzo a la compresión (kg/cm2)	Esfuerzo a la compresión promedio (kg/cm2)	Porcentaje promedio de resistencia (%)	Limites superior e inferior (%)
1	01/06/2016	08/06/2016	7	15.00	176.71	29538.92	167.16	166.99	69.58	65 - 75
2	01/06/2016	08/06/2016		15.00	176.71	29743.37	168.31			
3	01/06/2016	08/06/2016		15.00	176.71	29244.52	165.49			
4	01/06/2016	15/06/2016	14	14.90	174.37	37299.03	213.91	212.76	88.65	80 - 90
5	01/06/2016	15/06/2016		15.00	176.71	37233.06	210.70			
6	01/06/2016	15/06/2016		14.90	174.37	37257.18	213.67			
7	01/06/2016	29/06/2016	28	14.90	174.37	41406.96	237.47	240.30	100.12	95 - 105
8	01/06/2016	29/06/2016		15.00	176.71	42492.48	240.46			
9	01/06/2016	29/06/2016		15.10	179.08	43509.59	242.96			
10	01/06/2016	27/07/2016	56	14.90	174.37	50532.44	289.81	291.58	121.49	115 - 125
11	01/06/2016	27/07/2016		14.90	174.37	51247.04	293.90			
12	01/06/2016	27/07/2016		15.00	176.71	51430.03	291.03			

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A continuación se expondrá de manera gráfica los resultados obtenidos de resistencia a la compresión que fueron aplicados a los sujetos de prueba a los 7, 14,28 y 56 días de edad.

Tabla 39: Resistencias a la compresión más comunes del hormigón.



RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN MÁS COMUNES DEL HORMIGÓN															
Resistencia Relativa a la Compresión (%)				f´c= 180 kg/cm2			f´c= 210 kg/cm2			f´c= 240 kg/cm2			f´c= 350 kg/cm2		
Edad Días	Límite Inferior	Promedio	Límite Superior	Límite Inferior	Promedio	Límite Superior	Límite Inferior	Promedio	Límite Superior	Límite Inferior	Promedio	Límite Superior	Límite Inferior	Promedio	Límite Superior
0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	10	10	10	18.0	18	18	21	21	21	24	24	24	35	35	35
3	45	50	55	81.0	90	99	94.5	105	115.5	108	120	132	157.5	175	192.5
7	65	70	75	117.0	126	135	136.5	147	157.5	156	168	180	227.5	245	262.5
14	80	85	90	144.0	153	162	168	178.5	189	192	204	216	280	297.5	315
21	90	95	100	162.0	171	180	189	199.5	210	216	228	240	315	332.5	350
28	95	100	105	171.0	180	189	199.5	210	220.5	228	240	252	332.5	350	367.5
56	115	120	125	207.0	216	225	241.5	252	262.5	276	288	300	402.5	420	437.5

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales, FICM – UTA

4.2.1. Resistencia a la compresión a la edad de 7 días.

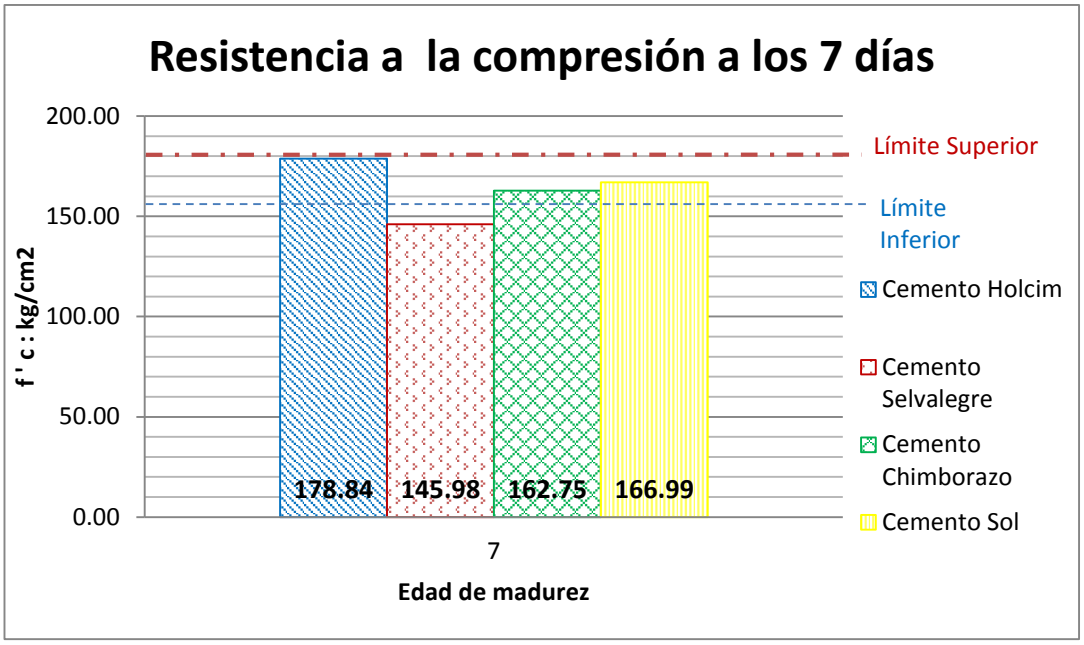


Gráfico 1: Resistencia a la compresión de cuatro marcas de cemento portland a los 7 días de edad.
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

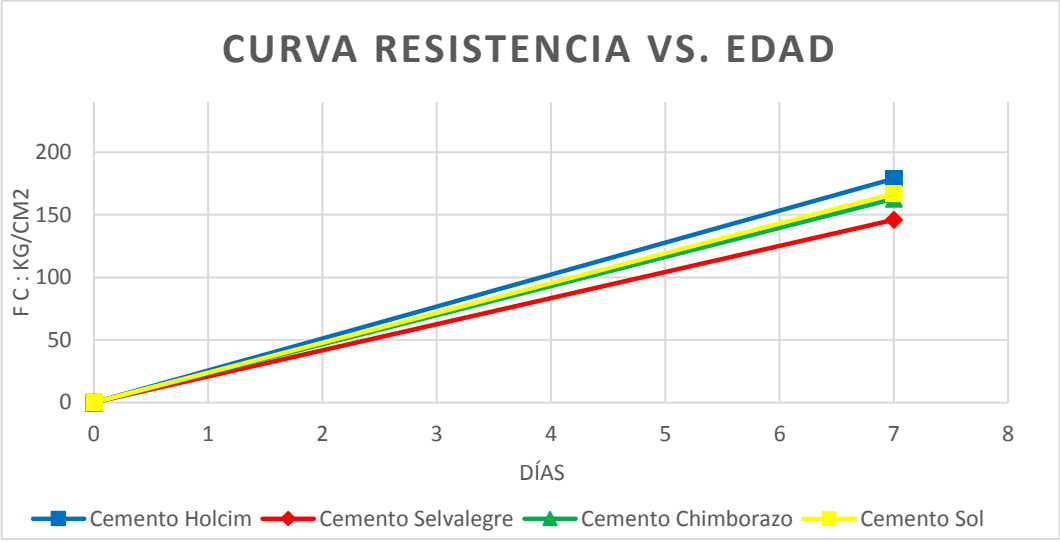


Gráfico 2: Curvas de resistencia obtenidas mediante el ensayo a compresión a los 7 días de edad
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

Interpretación del Gráfico 1 y 2:

En los gráficos se puede observar la resistencia a la compresión de los hormigones elaborados con las diferentes marcas de cementos portland a la edad de 7 días, indicando resistencias similares. De acuerdo a la Gráfico 1, el cemento Holcim es que mayor resistencia ha adquirido, mientras que el cemento Selvalegre es el que menor resistencia adquiere a edades tempranas.

Tabla 40: Resistencia relativa a la compresión, 7 días de edad.

Resistencias relativas a la Compresión, 7 días de edad	
Límite Inferior	Límite superior
65%	75%

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales, FICM - UTA.

El cemento Holcim cumple dentro de los límites de porcentaje de resistencia con una resistencia promedio de 74.52%, cemento Chimborazo 67.81%, cemento Sol 69.58%, cemento Selvalegre 60.83% presenta resistencias bajas no cumpliendo así dentro de los límites de resistencia.

4.2.2. Resistencia a la compresión a la edad de 14 días.

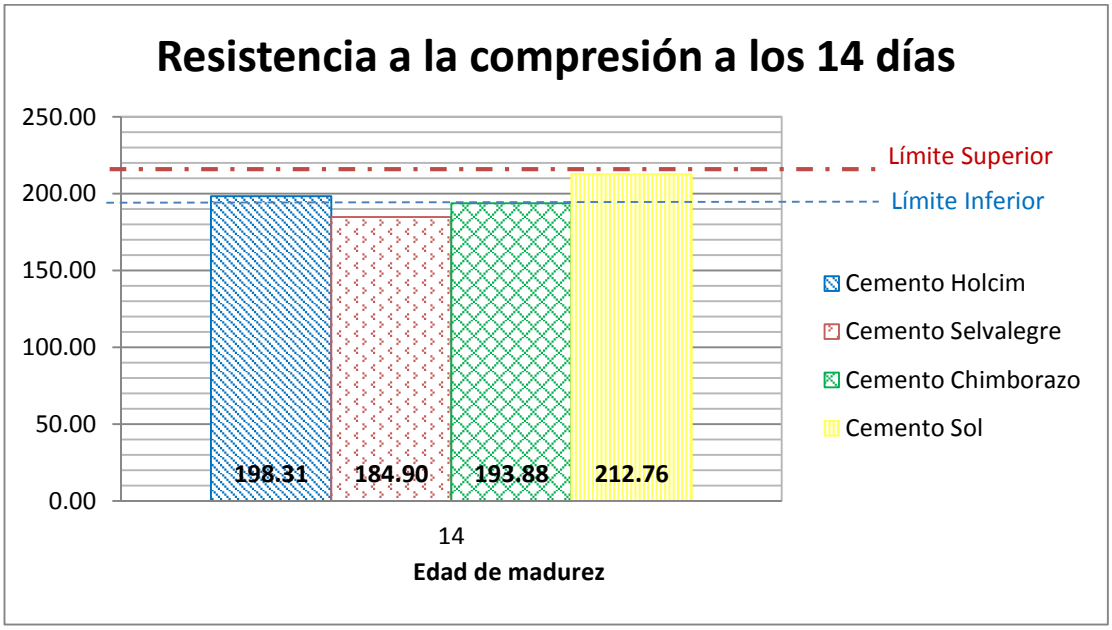


Gráfico 3: Resistencia a la compresión de cuatro marcas de cemento portland a los 14 días de edad.
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

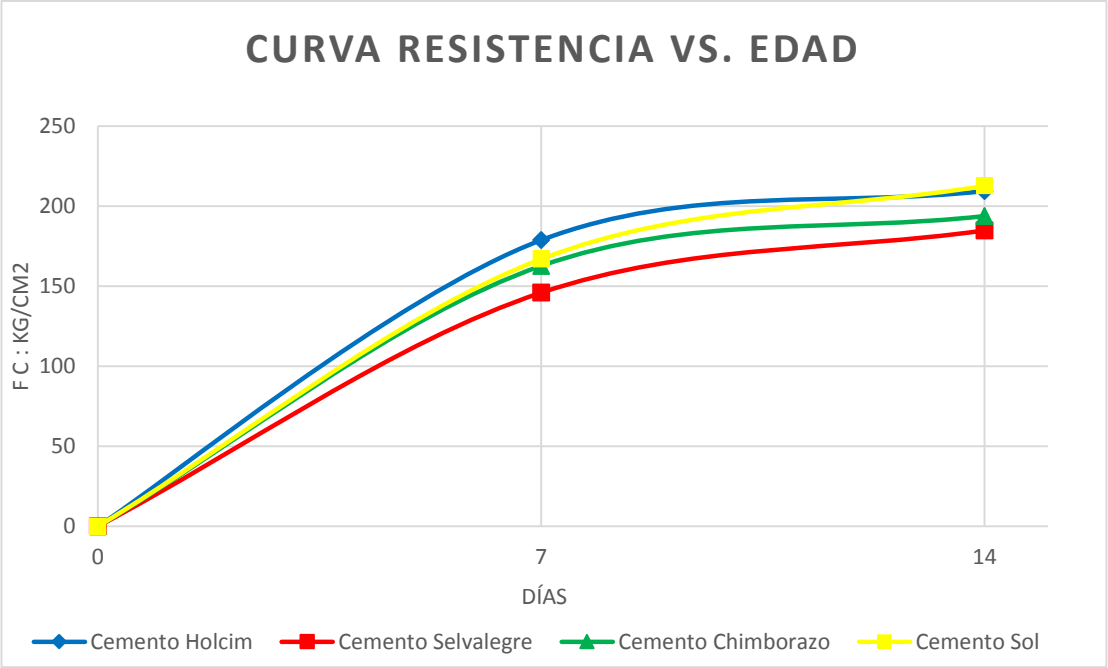


Gráfico 4: Curvas de resistencia obtenidas mediante el ensayo a compresión a los 14 días de edad.
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

Interpretación del Gráfico 3 y 4:

Los gráficos muestran los resultados obtenidos del ensayo a compresión a los 14 días de madurez aplicados a los hormigones elaborados con las cuatro marcas de cementos portland, observamos así que tienen un comportamiento de crecimiento normal. El hormigón elaborado con cemento Sol con una resistencia promedio de 212.76 kg/cm2, siendo este el mayor valor de resistencia obtenida, mientras tanto el hormigón elaborado con cemento Selvalegre con una resistencia promedio de 184.90 kg/cm2 la cual es la menor obtenida de los cuatro cementos de análisis.

Tabla 41: Resistencia relativa a la compresión, 14 días de edad.

Resistencias relativas a la Compresión, 14 días de edad	
Límite Inferior	Límite superior
80%	90%

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales, FICM – UTA

Los porcentajes de resistencia obtenidos de los cementosHolcim con 87.29%, cemento Chimborazo 80.78%, cemento Sol 88.65%, se encuentran dentro de los límites de resistencia relativa para la edad de 14 días de madurez, cemento Selvalegrecon 77.4% de resistencia presenta porcentajes inferiores a los limites especificados en la Tabla 41.

4.2.3. Resistencia a la compresión a la edad de 28 días.

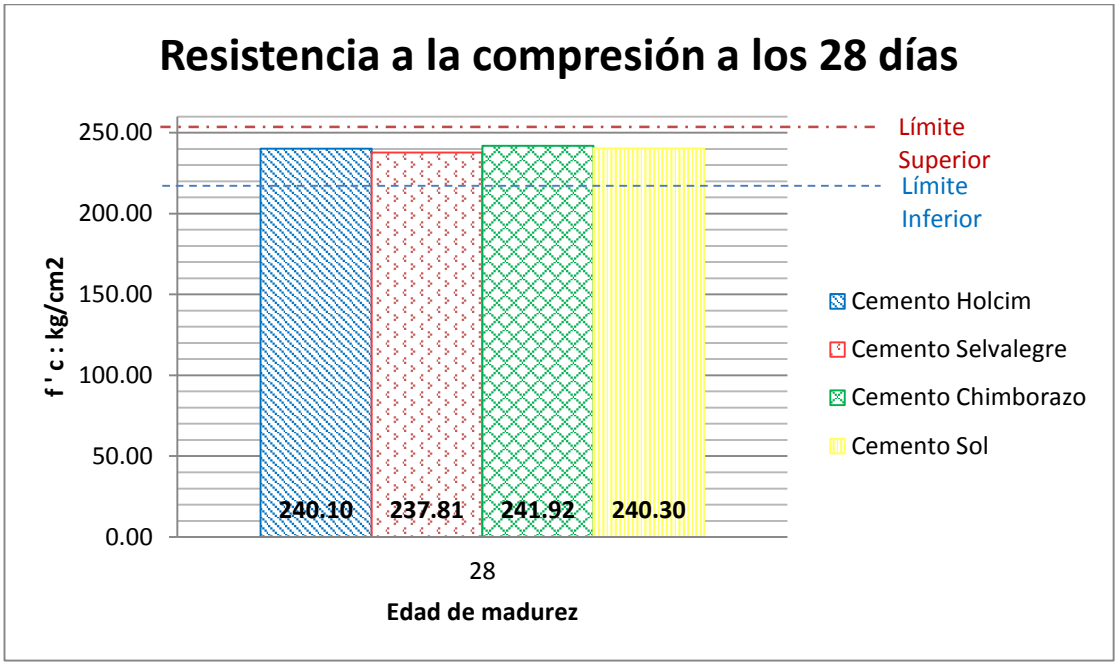


Gráfico 5: Resistencia a la compresión de cuatro marcas de cemento portland a los 28 días de edad.
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

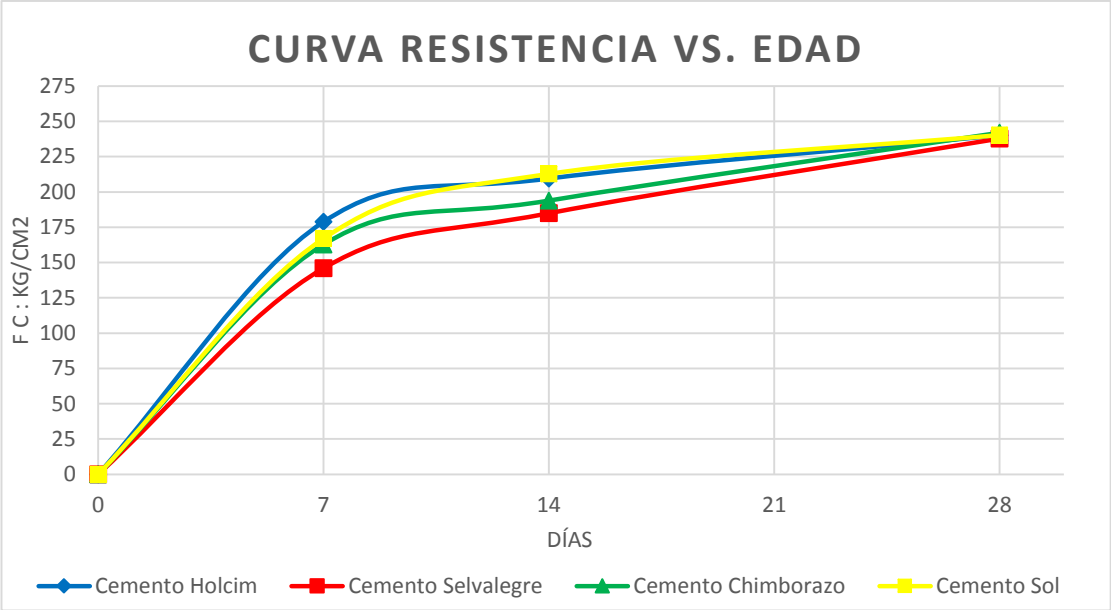


Gráfico 6: Curvas de resistencia obtenidas mediante el ensayo a compresión a los 28 días de edad.
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

Interpretación del Gráfico 5 y 6:

Mediante el gráfico 5 que presenta los valores de resistencia a la compresión a los 28 días de edad de los cuatro cementos en estudio podemos decir que estos presentan resistencias similares, sabiendo que la resistencia de diseño planteada fue 240 kg/cm2. El cemento Chimborazo el que mayor resistencia presentó siendo esta 241.92 kg/cm2, mientras que el cemento Selvalegre obtuvo la menor resistencia de los cuatro cementos con 237.81 kg/cm2.

Tabla 42: Resistencia relativa a la compresión, 28 días de edad.

Resistencias relativas a la Compresión, 28 días de edad	
Límite Inferior	Límite superior
95%	105%

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales, FICM – UTA

Debido que la mayoría de ensayos de resistencia de resistencia a la compresión se lo realiza a los 28 días de edad, ya que en esta edad se debe cumplir con las resistencias de diseño especificadas al menos en un 95%, podemos decir mediante los resultados

obtenidos del laboratorio, los hormigones elaborados con loscementosHolcim, Chimborazo, Selvalegre, Sol, alcanzan los límites requeridos de resistencia a los 28 días de edad. Presentando porcentajes de resistencia como Holcimcon 100.04%, cemento Chimborazo 100.80%, cemento Sol 100.12%, cemento Selvalegre con 99.09%.

4.2.4. Resistencia a la compresión a la edad de 56 días.

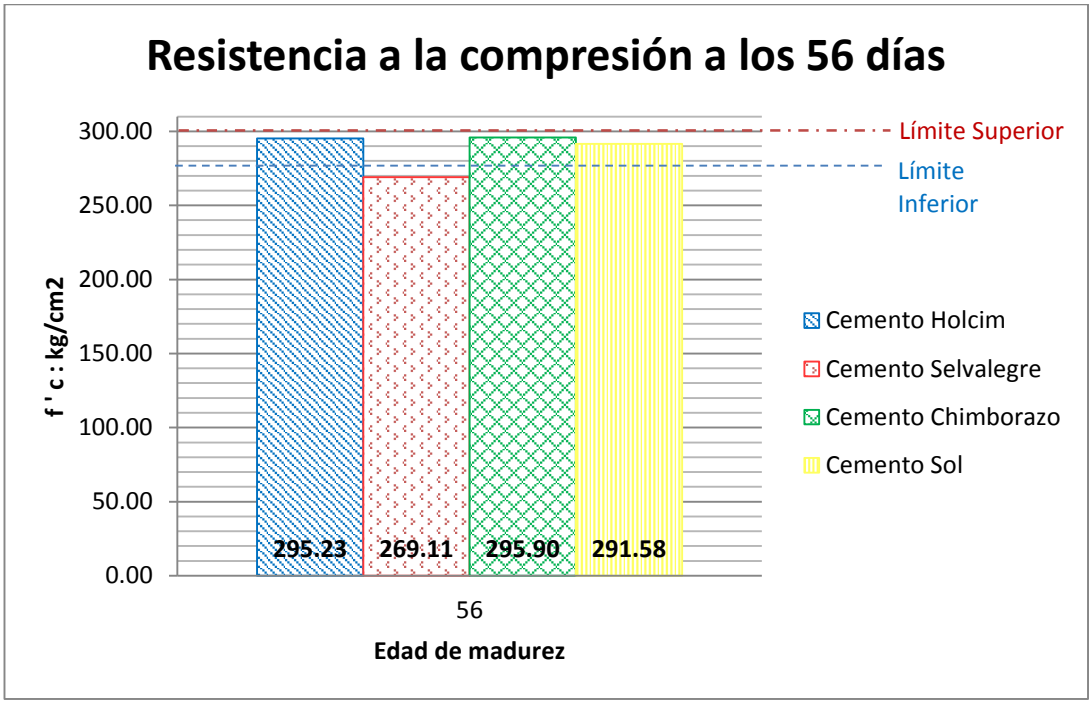


Gráfico 7: Resistencia a la compresión de cuatro marcas de cemento portland a los 56 días de edad.
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

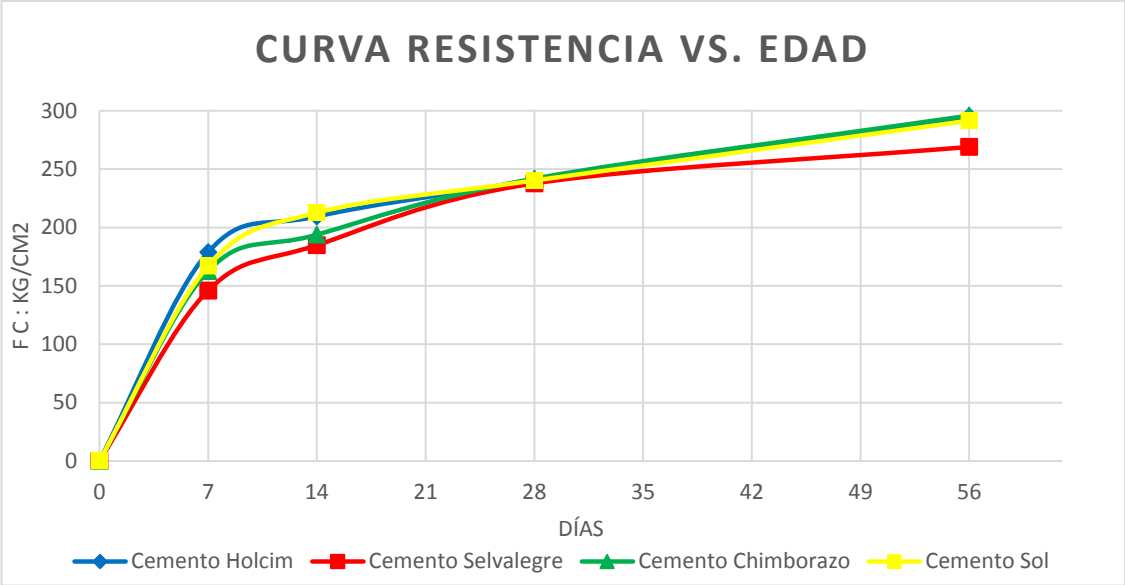


Gráfico 8: Curvas de resistencia obtenidas mediante el ensayo a compresión a los 56 días de edad.
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

Interpretación del Gráfico 7 y 8:

En el gráfico 7 apreciamos las resistencias adquiridas por el hormigón a los 56 días de edad, obteniendo resistencias similares el cemento Holcim, Chimborazo, Sol, mientras que el cemento Selvalegre presentó el menor valor de resistencia adquirido de los cuatro cementos de estudio. Las resistencias alcanzadas por el Cemento Chimborazo con 295.90 kg/cm2 demuestran que este obtuvo la mayor resistencia de los cuatro cementos analizados, la resistencia obtenida del cemento Selvalegre con 269.11 kg/cm2 es la más baja dentro del análisis.

Tabla 43: Resistencia relativa a la compresión, 56 días de edad

Resistencias relativas a la Compresión, 56 días de edad	
Límite Inferior	Límite superior
115%	125%

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales, FICM – UTA

Los porcentajes de resistencia alcanzadas por los cuatro cementos son cemento Holcim con 123.01%, cemento Chimborazo 123.29%, cemento Sol 121.49%, cumplen a cabalidad dentro de los porcentajes de resistencia, igualmente se observa

que el comportamiento del cemento Selvalegre con 112.13%, se encuentra por debajo de los límites establecidos en la Tabla 43.

4.2.5 Variación de Resistencia a la Compresión

Tabla 44: Variación de resistencia.

Variación de Resistencia en Porcentaje				
7 DÍAS				
Cemento	Resistencia promedio alcanzada **kg/cm2**	Resistencia Relativa a la Compresión. Limites superior e inferior %	Resistencia promedio en porcentaje **%**	Variación en porcentaje **%**
Holcim	178.84	65 - 75	74.52	
Sol	166.99		69.58	4.94
Chimborazo	162.75		67.81	6.70
Selvalegre	145.98		60.83	13.69
14 DÍAS				
Cemento	Resistencia promedio alcanzada **kg/cm2**	Resistencia Relativa a la Compresión. Limites superior e inferior %	Resistencia promedio en porcentaje **%**	Variación en porcentaje **%**
Sol	212.76	80 - 90	88.65	
Holcim	198.31		82.63	6.02
Chimborazo	193.88		80.78	7.87
Selvalegre	184.90		77.04	11.61
28 DÍAS				
Cemento	Resistencia promedio alcanzada **kg/cm2**	Resistencia Relativa a la Compresión. Limites superior e inferior %	Resistencia promedio en porcentaje **%**	Variación en porcentaje **%**
Chimborazo	241.92	95 - 105	100.80	
Sol	240.30		100.12	0.68
Holcim	240.10		100.04	0.76
Selvalegre	237.81		99.09	1.71
56 DÍAS				
Cemento	Resistencia promedio alcanzada **kg/cm2**	Resistencia Relativa a la Compresión. Limites superior e inferior %	Resistencia promedio en porcentaje **%**	Variación en porcentaje **%**
Chimborazo	295.90	115 - 125	123.29	
Holcim	295.23		123.01	0.28
Sol	291.58		121.49	1.80
Selvalegre	269.11		112.13	11.16

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.2.6 Usos recomendados de las diferentes marcas de cemento

Tabla 45: Usos recomendados diferentes marcas de cemento

Hormigón elaborado con:	**Uso recomendado.**
Cemento Holcim	Se puede emplear en vías de pavimento rígido, aceras y bordillos, debido a que su resistencia a la compresión desde los primeros días de endurecimiento es alta dando resistencias a los 7 días de 178.84 kg/cm2, 14 días de 198.31 kg/cm2, esto permitirá que las obras antes mencionadas sean funcionales en un tiempo menor con respecto a los otros hormigones; además se puede emplear en elementos estructurales tales como vigas, losas, gradas, columnas, zapatas y muros.
Cemento Selvalegre	Se puede emplear en la construcción de represas u obras similares donde se requiere que el tiempo de endurecimiento no sea acelerado, permitiendo así un adecuado fraguado de grandes masas de hormigón; además se puede en elementos estructurales tales como vigas, columnas, zapatas y muros, teniendo en cuenta que el desarrollo de la resistencia a la compresión tarda más tiempo en las primeras dos semanas. Adquiriendo resistencias a los 7 y 14 días de 145.98 kg/cm2, 184.90kg/cm2 respectivamente.
Cemento Chimborazo	Se puede utilizar en todo tipo de elementos no estructurales tales como mampostería y estructurales que no requieran características especiales tales como: vigas, columnas, cimentaciones, y muros; además se lo puede emplear en hormigones no estructurales.
Cemento Sol	Se puede emplear en vías de pavimento rígido, aceras y bordillos, debido a que su resistencia a la compresión desde los primeros días de fraguado es alta a los 7 días de 166.99 kg/cm, 14 días de 212.76 kg/cm2 lo cual permitirá que las obras antes mencionadas sean funcionales en un tiempo menor con respecto a los otros hormigones y en obras en las cuales es necesario optimizar el tiempo de encofrado tales como losas y puentes; sin embargo sus características en general se ven reducidas por el costo del transporte desde el Perú hasta Ecuador.

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Mediante los resultados obtenidos del ensayo a compresión a las probetas cilíndricas elaboradas cada una con una marca de cemento portland, los cementos Holcim con 74.52%, Chimborazo con 67.81%, Sol69.58%, presentaron resistencias que se encuentran dentro de los límites a la edad de 7 días a excepción del cemento Selvalegre con 60.83% el cual se encuentra por con valores inferiores al mínimo. Los porcentajes de resistencia a compresión a los 14 días de edad del cemento Holcim 87.29%, Chimborazo 80.78%, cemento Sol 88.65%, cumplen a cabalidad con los límites estipulados, Selvalegre 77.4% por el contrario se encuentra fuera de estos. A los 28 días de edad con porcentajes de resistencia de cemento Holcim con 100.04%, cemento Chimborazo 100.80%, cemento Sol 100.12%, cemento Selvalegre con 99.09%, presenta un comportamiento adecuado debido a que todos los cementos se encuentran dentro de los porcentajes de resistencia requeridas. En el estudio realizado a los 56 días de madurez a las probetas de hormigón se observó porcentajes de resistencia de cemento Holcim 123.01%, cemento Chimborazo 123.29%, cemento Sol 121.49%, teniendo similitud los tres cementos, mientras que el Selvalegre con 112.13% es el que menor resistencia adquirió de los cuatro cementos analizados.

Una vez concluido con todos los ensayos, pruebas y análisis se pudo verificar la hipótesis planteada dentro de esta investigación la cual nos dice: “Influye de manera positiva la edad en la Resistencia a la Compresión del Hormigón elaborado con diferentes marcas de cementos portland” de esto se pudo determinar que existe variación de resistencia en los hormigones con diferentes marcas de cementos en todas las edades de estudio planteadas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El hormigón elaborado utilizando en su mezcla el cemento Holcim, se observa que la resistencia alcanzada a los 7 días de edad es 178.84 kg/cm2 siendo este el que mayor resistencia alcanzó de los cuatro cementos.
- Siendo el cemento Holcim el que más resistencia alcanzó en comparación a los demás cementos que obtienen menores resistencias a este, utilizando el cemento Sol disminuye su resistencia en 4.94%, Chimborazo 6.70%, Selvalegre 13.69
- A los 14 días de edad se observó que el cemento Sol presentó la resistencia más alta de los cuatro cementos con 212.76 kg/cm2, en comparación con el Cemento Holcim que disminuye en 1.36%, cemento Chimborazo con una variación de 7.87% y finalmente al utilizar cemento Selvalegre se obtiene una variación del 11.61% en comparación con el cemento Sol.
- Concluido los ensayos de resistencia a la compresión aplicada a las muestras de hormigón elaborados con diferentes marcas de cementos portland, se determinó que todas las muestras ensayadas alcanzan la resistencia de diseño especificada a los 28 días de madurez. Presentando porcentajes de resistencia como Holcim con 100.04%, cemento Chimborazo 100.80%, cemento Sol 100.12%, cemento Selvalegre con 99.09%.
- Se determinó que el hormigón elaborado con Cemento Holcim tiene un incremento de resistencia de 22.97%, cemento Chimborazo 22.49%, cemento Sol 21.37%, cemento Selvalegre 13.04% a los 56 días de edad, siendo el cemento Holcim el que adquiere mayores resistencias luego de los 28 días de madurez.
- Durante el cálculo de dosificación por el método de la densidad óptima se observó que las probetas elaboradas con el cemento Sol, fue el que mayor demanda de cemento y agua presentó para la elaboración de la mezcla, presentando por ende una mejor trabajabilidad.

- Mediante el ensayo para la determinación de la densidad real del cemento especificado en la norma NTE INEN 156, el cemento Holcim obtuvo una densidad de 2.95 gr/cm3, cemento Selvalegre 2.88 gr/cm3, cemento Chimborazo 2.90 gr/cm3 , cemento Sol 3.09 gr/cm3, estando los valores de densidad real dentro de los rangos especificados para la elaboración del hormigón.
- Mediante los ensayos realizados a los agregados se constató que estos cumplen con los requisitos especificados en las normas NTE INEN 872 con esto podemos decir que se utilizaron materiales de buena calidad y aptos para la elaboración del hormigón.
- En el estudio del hormigón elaborado con cemento Selvalegre se observó que el comportamiento de su resistencia a compresión en sus primeros días de edad (7, 14) se encontraba por debajo de lo especificado en la Tabla 39, pero a los 28 días de edad alcanzó el 99.09 % de la resistencia planteada en el diseño inicial
- Una vez ensayadas las muestras se pudo verificar que todas las probetas de estudio tuvieron fallas provocadas por los esfuerzos de corte en los bordes del cilindro utilizando las placas de neopreno en el ensayo a compresión.
- Se verificó que el hormigón elaborado con cemento Holcim, Selvalegre, Chimborazo, Sol se puede utilizar para elementos estructurales, como no estructurales, siempre y cuando no se requiera de características especiales, ya que estos cumplieron con las resistencias admisibles de diseño a la edad de 28 días e incrementando parcialmente su resistencia a los 56 días de madurez.
- En obras que requieran mayores resistencias a la compresión a tempranas edades, tales como vías de pavimento rígido, aceras, es recomendable emplear el cemento Holcim y Sol ya que los mismos presentaron un comportamiento favorable a edades iniciales.
- Debido a los resultados obtenidos en las probetas de hormigón realizadas con cemento Selvalegre, se deduce que el ente de supervisión o fiscalización debe tener especial cuidado al momento de realizar ensayos a compresión en proyectos estructurales que se haya ocupado el cemento antes mencionado, debido a que la resistencias obtenidas a las edades a los 7 y 14 son menores al

límite permisible, sin embargo es preciso aclarar que el hormigón a los 28 días cumple a cabalidad con la resistencia de diseño.

5.2 RECOMENDACIONES

- Movilizar cada uno de los materiales evitando la perdida de los mismos en la elaboración de la mezcla de hormigón y por ende una alteración en la dosificación calculada.
- Verificar que en el material actuante dentro de la mezcla no existan impurezas, ni materia orgánica antes de la elaboración de la misma.
- En lo posible se deberá almacenar y elaborar la mezcla de los agregados, aglomerante y agua dentro de un lugar cubierto para que las condiciones climáticas no alteren las cantidades de diseño ya calculadas.
- Respetar la relación w/c, dentro de la elaboración del hormigón ya que un exceso de la misma afectará de manera considerable a la resistencia de diseño especificada.
- Enrasar de forma cuidadosa la superficie de las probetas de tal manera que estas tengan una superficie lisa y se distribuya de la manera la aplicación de la carga.
- Evitar golpes en los cilindros al momento de colocarlos dentro de la piscina de curado.
- Desenmoldar de forma cuidadosa cada uno de los cilindros ya elaborados para evitar fracturas en los mismos.
- Secar los cilindros, previo al ensayo a compresión para que el agua contenida dentro de estos no afecte a la resistencia final.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

[1] I. G. A. R. L., Concreto Simple, Cauca, 2015.

[2] V. Gomez, «El hormigón: un mundo por descubrir,» *Gremios,* vol. 2, nº 32, p. 33, 2008.

[3] H. C. R. C. Veronica Paulina Barros Fierro, «repositorio UCE,» 2012. [En línea]. Available: http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/517. [Último acceso: 15 Enero 2016].

[4] Á. C. M. Josett, «Repositorio UCE,» 2014. [En línea]. Available: http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2629. [Último acceso: 22 Enero 2016].

[5] «monografias.com,» 2014. [En línea]. Available: www.monografias.com/trabajos55/agregados/agragados.shtml. [Último acceso: 5 marzo marzo 2016].

[6] F. A. A. Bladimir, *El hormigón de baja densidad y su aplicacion en bloques para la construcción de viviendas,* Ambato, 2015.

[7] «Scribd.,» marzo 2013. [En línea]. Available: https://es.scrib.com/doc/66212863/11/CALIDAD-DEL-AGUA-PARA-USO-CON-EL-CONCRETO.

[8] I. M. F. Castillo, Tecnología del Hormigón, 2012.

[9] Anter, «Anter,» 2010. [En línea]. Available: www.anter.es/pdf/L1.pdf. [Último acceso: 1 Marzo 2016].

[10] F. Keil, Cemento, Barcelona: Editores tecnicos asociados, s.a., 1973.

[11] E. F. M. M. Germánico Geovanny Guevara Guevara, *Rediseño del reductor principal del horno de la empresa Selvalegre,* Quito, 2007.

[12] L. Cementos, *Ficha Técnica Selvalegre Plus.*

[13] «Ernet,» junio 2011. [En línea]. Available: http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/spanish/sk01ms/sk01ms09.htm. [Último acceso: 4 marzo 2016].

[14] «Directorio Especializado del Sector Eléctrico,» [En línea]. Available:

http://www.directorioelectricoecuatoriano.com/index.php?option=com_mtree&task=viewlink&link_id=1194&Itemid=6.

[15] *Ficha Técnica Chimborazo,* 2014.

[16] H. E. S.A., *Ficha Técnica Holcim.*

[17] R. M. J. Carlos, «Informe Visita Técnica Cementos Lima,» Lima, 2009.

[18] C. Sol, *Ficha Ténica Cemento Sol,* 2013.

[19] «Academia,» [En línea]. Available: http://www.academia.edu/7813086/PROPIEDADES_PRINCIPALES_DEL_CONCRETO_FRESCO. [Último acceso: 20 marzo 2016].

[20] C. H. Perakta, «Academia,» 2016. [En línea]. Available: http://www.academia.edu/7813086/PROPIEDADES_PRINCIPALES_DEL_CONCRETO_FRESCO. [Último acceso: 1 Noviembre 2016].

[21] «Notas de hormigon armado,» [En línea]. Available: http://notasdehormigonarmado.blogspot.com/2011/04/consistencia-del-hormigon-fresco.html. [Último acceso: 20 Marzo 2016].

[22] J. A. C. Franco, *Disertación sobre el comportamiento del aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y trabajabilidad,* Quito, 2012.

[23] *El Concreto en la Práctica,* 2012.

[24] «Notas del Hormigón Armado,» [En línea]. Available: http://notasdehormigonarmado.blogspot.com/2011/04/consistencia-del-hormigon-fresco.html. [Último acceso: 20 marzo 2016].

2. ANEXOS



Imagen 7: Ensayo de densidad real del cemento

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.

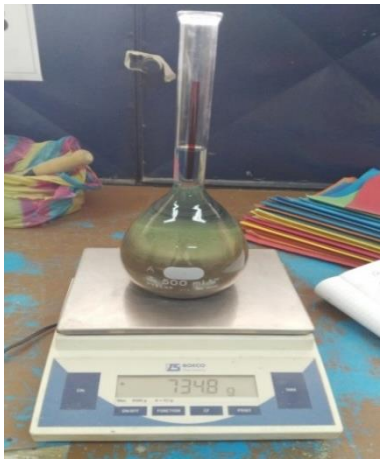


Imagen 8: Peso picnómetro + gasolina + muestra de cemento

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 9: Tamices ensayo de granulometría agregado fino

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 10: Granulometría del agregado fino

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 11: Ensayo Densidad Real agregado grueso.

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 12: Peso de la canastilla en el agua

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 13: Ensayo Densidad Aparente Compactada de la Mezcla

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 14: Pesado de la masa del recipiente para DAM

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 15: Ensayo densidad aparente suelta del agregado fino
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 16: Enrasado de la superficie
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 17: Ensayo densidad aparente suelta del agregado grueso

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 18: Densidad aparente compactada del agregado grueso

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 19: Preparación de la mezcla de hormigón

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 20: Comprobación de la consistencia en la mezcla

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 21: Compactación de la mezcla

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 22: Cilindro de hormigón terminado

Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 23: Cilindros de hormigón elaborados.
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 24: Cilindros de hormigón en proceso de curado
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 25: Secado de cilindros de hormigón.
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 26: Toma de datos en cilindros de hormigón
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 27: Ensayo de compresión
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 28: Falla presentada luego de ensayo a compresión
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 29: Termino de la aplicación de la carga a compresión.
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.



Imagen 30: Falla por la utilización de las placas de neopreno
Fuente: Egda. Lorena Martínez V.