

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“Evaluación de la Adherencia de Morteros a Bloques de Mampostería”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Yorly Jordan Alvarez Mogrovejo

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico primero a Dios, quien ha sido mi guía.

A mis padres que han sido mi inspiración para lograr todas mis metas y siempre me han brindado su apoyo incondicional.

A mi hermano Leonel, con su sonrisa y energía llena de alegría mis días.

Y en especial para mi hermana Melissa, sin importar la distancia que nos separe, siempre vivirás en mi corazón.

Yorly Jordan Alvarez Mogrovejo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme culminar una etapa en mi vida.

A mi familia por siempre motivarme para superarme cada día más.

A la ESPOL, dentro de sus aulas he adquirido conocimientos profesionales.

Al Centro de Innovación Holcim, y en especial al Ing. Fernando Salvatierra quien me ha brindado toda su colaboración en el desarrollo de este proyecto.

A mi tutora de materia integradora M.Sc. Samantha Hidalgo, por sus valiosos conocimientos impartidos.

A todas las personas quienes compartieron conmigo toda esta etapa de aprendizaje.

Yorly Jordan Alvarez Mogrovejo

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Yorly Jordan Alvarez Mogrovejo y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Yorly Jordan Alvarez
Mogrovejo

EVALUADORES

.....
PhD. Miguel Ángel Chávez

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
M.Sc. Samantha Hidalgo Astudillo

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente proyecto integrador tiene como perspectiva principal evaluar la adherencia de morteros a bloques de mampostería utilizando cinco tipos de cementos con una clase de arena de la ciudad de Guayaquil.

Durante la primera etapa del proyecto se realizaron ensayos de laboratorio para caracterizar los agregados finos siguiendo los procedimientos establecidos en las normas nacionales, para determinar la adherencia se siguió lo establecido en la norma ASTM C1583.

En la segunda etapa del proyecto se realizaron la fundición de cubos de morteros y la aplicación de los morteros a los bloques de mampostería.

Durante la tercera etapa se realizaron la rotura de los cubos de morteros a 3, 7 y 28 días, además se ejecutó el ensayo de adherencia a 7 y 28 días a los bloques de mampostería

Finalmente, los valores obtenidos de las pruebas de resistencia a la compresión y a la adherencia de los cubos de mortero permiten evaluar la calidad de los cinco tipos de cementos trabajados obteniendo como resultado una mayor resistencia a la tracción a una edad de 28 días por parte del mortero del cemento 3.

Palabras Clave: cemento, mortero, bloques, adherencia, resistencia.

ABSTRACT

The main objective of this project is to evaluate the adhesion of mortars in masonry blocks using five different cements with a type of sand from the city of Guayaquil.

During the first stage of the project, laboratory tests were carried out to characterize the fine aggregates following the procedures established in the national regulations, but adhesion was determined using parameters established by ASTM C1583.

In the second stage, the foundry of mortar cubes and the application of mortars in the masonry blocks were made.

During the third stage, the mortar cubes were broken at 3, 7 and 28 days, and the adhesion test was made at 7 and 28 days to the masonry blocks.

Finally, the values obtained from the tests of resistance to compression and adhesion of the mortar cubes allow to evaluate the quality of each of the five types of cement, resulting in a higher tensile strength at the age of 28 days by the cement 3.

Keywords: *cement, mortar, blocks, adhesion, resistance.*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	5
RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Definición de Alcance y Alternativas.	2
1.4.1 Alcance	2
1.4.2 Alternativas	3
1.5 Marco teórico	4
1.5.1 Resumen del cemento en el Ecuador.....	4
1.5.2 Definición de cemento	5
1.5.3 Definición de Árido Fino.....	6
1.5.4 Definición de Bloque de Hormigón	6
1.5.5 Definición de Mortero.....	7

CAPÍTULO 2	13
2. Metodología	13
2.1 Descripción de los Tipos de Cementos	17
2.1.1 Cemento 1	18
2.1.2 Cemento 2	19
2.1.3 Cemento 3	20
2.1.4 Cemento 4	21
2.1.5 Cemento 5	22
2.2 Descripción de los ensayos para el Árido Fino	23
2.2.1 Arena Triturada de Calizas Huayco	24
2.2.2 Arena de Rio de Arenera Anropevi	26
2.3 Muestreo de Bloques	28
2.4 Descripción del ensayo de Adherencia	30
2.5 Descripción del Proceso de Evaluación	34
2.6 Dosificación del Mortero de Cemento 1	38
2.7 Dosificación del Mortero de Cemento 2	39
2.8 Dosificación del Mortero de Cemento 3	40
2.9 Dosificación del Mortero de Cemento 4	42
2.10 Dosificación del Mortero de Cemento 5	43
CAPÍTULO 3	46
3. Resultados y Análisis	46
3.1 Resultados y Análisis de Mortero de Cemento 1	46
3.2 Resultados y Análisis de Mortero de Cemento 2	48
3.3 Resultados y Análisis de Mortero de Cemento 3	51
3.4 Resultados y Análisis de Mortero de Cemento 4	53
3.5 Resultados y Análisis de Mortero de Cemento 5	56

3.6	Análisis General.....	58
CAPÍTULO 4		62
4.	Análisis de Costos y Medidas Ambientales.....	62
4.1	Análisis de Costos	62
4.2	Medidas Ambientales	64
CAPÍTULO 5		69
5.	Conclusiones y Recomendaciones.....	69
5.1	Conclusiones	69
5.2	Recomendaciones.....	70
BIBLIOGRAFÍA.....		72
APÉNDICES		76

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INECYC	Instituto Ecuatoriano de Cemento y del Hormigón.
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
CIH	Centro de Innovación Holcim
UNACEM	Unión Andina de Cementos
UCEM	Unión Cementera Nacional
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
SUIA	Sistema Único de Información Ambiental

SIMBOLOGÍA

H ₂ O	Agua
ml	Mililitros
l	Litros
In.	Inches o pulgadas
g	Gramos
MPa	Mega Pascal
Kg/m ³	Kilogramo por metro cúbico
f'c	Esfuerzo máximo de compresión
mm	Milímetros
%	Porcentaje
°C	Grados Centígrados
m	Metro
kg	Kilogramos
Ds	Densidad de Volumen a 23 °C del árido fino.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Encuesta de Edificaciones 2015 (INEC, 2016)	3
Figura 1.2 Encuesta de Edificaciones 2016 (INEC, 2017)	4
Figura 1.3 Encuesta de Edificaciones 2017 (INEC, 2018)	4
Figura 1.4 Comercialización anual de cemento gris por empresa (INECYC, 2015).....	5
Figura 2.1. Equipo para Determinar Flujo de Mortero (Autor).....	15
Figura 2.2 Molde para enlucidos en bloque (Autor)	15
Figura 2.3 Rotura de Cubos (Autor)	16
Figura 2.4. Equipo Proceq dy-206 (Autor)	16
Figura 2.5. Esquema de Metodología (Autor)	17
Figura 2.6 Muestra de Cemento 1 (Autor)	19
Figura 2.7 Muestra de Cemento 2 (Autor)	20
Figura 2.8 Muestra de Cemento 3 (Autor)	21
Figura 2.9 Muestra de Cemento 4 (Autor)	22
Figura 2.10 Muestra de Cemento 5 (Autor)	23
Figura 2.11 Muestras de Cementos (Autor)	23
Figura 2.12 Cantera de Calizas Huayco (Autor).....	24
Figura 2.13 Curva Granulométrica Caliza Huayco (Autor).....	25
Figura 2.14 Arena Tamizada Caliza Huayco (Autor).....	25
Figura 2.15 Arenera Anropevi (ANROPEVI CÍA. LTDA., 2018).....	26
Figura 2.16 Curva Granulométrica Arenera Anropevi (Autor)	27
Figura 2.17 Arena Tamizada Anropevi (Autor).....	27
Figura 2.18. Requisitos fundamentales en viviendas de Mampostería (NEC-SE-VIVIENDA, 2014)	29
Figura 2.19. Característica Modelo PL-1ST-9 (BLOQCIM S.A., 2017).....	29
Figura 2.20 Medidas Generales de Bloque PL-1ST-9 (Autor)	30
Figura 2.21 Equipo de Protección Personal (Autor).....	31
Figura 2.22 Taladro (Autor)	31
Figura 2.23 Broca Diamantada (Autor).....	31
Figura 2.24 Discos de Metal (Autor)	32

Figura 2.25 Equipo Proceq dy-225 (Autor).....	32
Figura 2.26 Aplicación de Ensayo de Adherencia (ASTM C1583, 2014)	33
Figura 2.27 Tipos de Falla (ASTM C1583, 2014).....	33
Figura 2.28 Peso de Cemento y Arena (Autor)	34
Figura 2.29 Equipo utilizado en la Preparación del Mortero (Autor)	35
Figura 2.30. Peso Inicial del Agua (Autor).....	35
Figura 2.31 Holcim Heat (Autor)	36
Figura 2.32. Identificación del No. de bloque (Autor)	37
Figura 2.33 Identificación del No. de cemento (Autor)	37
Figura 2.34 Posición de ensayo de Adherencia (Autor).....	37
Figura 2.35 Flujo Final Mortero de Cemento 1 (Autor).....	39
Figura 2.36 Flujo Final Mortero de Cemento 2 (Autor).....	40
Figura 2.37 Flujo Final Mortero de Cemento 3 (Autor).....	42
Figura 2.38 Flujo Final Mortero de Cemento 4 (Autor).....	43
Figura 2.39 Flujo Final Mortero de Cemento 5 (Autor).....	45
Figura 3.1 Rotura de Cubos de Mortero de Cemento 1 (Autor).....	46
Figura 3.2 Curva Semiadiabáticas de temperatura de hidratación del Mortero de cemento 1 (Holcim Heat, ThermoCal)	47
Figura 3.3. Resistencia a la Tracción del Mortero de Cemento 1 (Autor)	47
Figura 3.4 Resistencia a la Tracción vs Resistencia a la Compresión Mortero de Cemento 1 (Autor)	48
Figura 3.5 Rotura de Cubos de Mortero del Cemento 2 (Autor)	49
Figura 3.6 Curva Semiadiabáticas de temperatura de hidratación del Mortero de cemento 2 (Holcim Heat, ThermoCal)	49
Figura 3.7. Resistencia a la Tracción del Mortero de Cemento 2 (Autor)	50
Figura 3.8 Resistencia a la Tracción vs Resistencia a la Compresión Mortero de Cemento 2 (Autor)	50
Figura 3.9 Rotura de Cubos de Mortero del Cemento 3 (Autor)	51
Figura 3.10 Curva Semiadiabáticas de temperatura de hidratación del Mortero de cemento 3 (Holcim Heat, ThermoCal)	52
Figura 3.11. Resistencia a la Tracción del Mortero de Cemento 3 (Autor).....	52

Figura 3.12 Resistencia a la Tracción vs Resistencia a la Compresión Mortero de Cemento 3 (Autor)	53
Figura 3.13 Rotura de Cubos de Mortero del Cemento 4 (Autor)	54
Figura 3.14 Curva Semiadiabáticas de temperatura de hidratación del Mortero de cemento 4 (Holcim Heat, ThermoCal)	54
Figura 3.15. Resistencia a la Tracción del Mortero de Cemento 4 (Autor)	55
Figura 3.16 Resistencia a la Tracción vs Resistencia a la Compresión Mortero de Cemento 4 (Autor)	55
Figura 3.17 Rotura de Cubos de Mortero del Cemento 5 (Autor)	56
Figura 3.18 Curva Semiadiabáticas de temperatura de hidratación del Mortero de cemento 5 (Holcim Heat, ThermoCal)	57
Figura 3.19. Resistencia a la Tracción del Mortero de Cemento 5 (Autor)	57
Figura 3.20 Resistencia a la Tracción vs Resistencia a la Compresión Mortero de Cemento 5 (Autor)	58
Figura 3.21 Curva Semiadiabáticas de temperatura de hidratación (Holcim Heat, ThermoCal)	59
Figura 3.22. Resistencia a la Compresión de todos los Mortero de Cementos Evaluados (Autor)	59
Figura 3.23. Resistencia a la Tracción de todos los Mortero de Cementos Evaluados (Autor)	60
Figura 3.24 Resistencia a la Tracción vs Resistencia a la Compresión de Morteros de Cementos de la Norma 2380 (Autor).....	60
Figura 3.25 Resistencia a la Tracción vs Resistencia a la Compresión de Morteros de Cementos de la Norma 490 (Autor).....	61
Figura 4.1 Consulta de Actividad Ambiental (SUIA, s.f.).....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Especificaciones por dosificación. Requisitos (INEN 2518, 2010).....	8
Tabla 2.1 Lista de Cementos Comercializados y producidos en el Ecuador. (Autor) .	13
Tabla 2.2 Característica físicas Cemento 1 (Ficha Técnica, Apéndice A)	18
Tabla 2.3 Característica físicas Cemento 2 (Ficha Técnica, Apéndice A)	19
Tabla 2.4 Característica físicas Cemento 3 (Ficha Técnica, Apéndice A)	20
Tabla 2.5 Característica físicas Cemento 4 (Ficha Técnica, Apéndice A)	21
Tabla 2.6 Característica físicas Cemento 5 (Ficha Técnica, Apéndice A)	22
Tabla 2.7 Granulometría de Arena Triturada Calizas Huayco (Autor)	24
Tabla 2.8 Limites granulométricos del árido para uso en mortero para mampostería (INEN 2536, 2010)	26
Tabla 2.9 Granulometría de Arena de Arenera Anropevi (Autor).....	26
Tabla 2.10 Resumen de Ensayos Realizados a la arena de Anropevi. (Autor)	28
Tabla 2.11. Resultados de los Ensayos de la Arena de Río Bulubulu (Autor).....	28
Tabla 2.12 Valores Iniciales de Dosificación Mortero de Cemento 1 (Autor).....	38
Tabla 2.13 Valores de Flujo, Inicial del Mortero de Cemento 1 (Autor)	38
Tabla 2.14 Dosificación Final Mortero de Cemento 1 (Autor)	38
Tabla 2.15 Valores de Flujo, Final del Mortero de Cemento 1 (Autor).....	38
Tabla 2.16 Valores Iniciales de Dosificación Mortero de Cemento 2 (Autor).....	39
Tabla 2.17 Valores de Flujo, Inicial del Mortero de Cemento 2 (Autor)	39
Tabla 2.18 Dosificación Final Mortero de Cemento 2 (Autor)	40
Tabla 2.19 Valores de Flujo, Final del Mortero de Cemento 2 (Autor).....	40
Tabla 2.20 Valores Iniciales de Dosificación Mortero de Cemento 3 (Autor).....	41
Tabla 2.21 Valores de Flujo, Inicial del Mortero de Cemento 3 (Autor)	41
Tabla 2.22 Dosificación Final Mortero de Cemento 3 (Autor)	41
Tabla 2.23 Valores de Flujo, Final del Mortero de Cemento 3 (Autor).....	41
Tabla 2.24 Valores Iniciales de Dosificación Mortero de Cemento 4 (Autor).....	42
Tabla 2.25 Valores de Flujo, Inicial del Mortero de Cemento 4 (Autor)	42
Tabla 2.26 Dosificación Final Mortero de Cemento 4 (Autor)	43
Tabla 2.27 Valores de Flujo, Final del Mortero de Cemento 4 (Autor).....	43
Tabla 2.28 Valores Iniciales de Dosificación Mortero de Cemento 5 (Autor).....	44

Tabla 2.29 Valores de Flujo, Inicial del Mortero de Cemento 5 (Autor)	44
Tabla 2.30 Dosificación Final Mortero de Cemento 5 (Autor)	44
Tabla 2.31 Valores de Flujo, Final del Mortero de Cemento 5 (Autor).....	44
Tabla 3.1 Valores de Correlación (Autor)	61
Tabla 4.1 Análisis de Precio Unitario de Enlucido con Cemento 3 (Autor)	62
Tabla 4.2 Análisis de Precio Unitario de Enlucido con Cemento 3 Mejorando la Dosificación (Autor).....	64

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva de la Ingeniería Civil durante las últimas décadas se ha dado un gran desarrollo en la tecnología del hormigón, logrando obtener mayores resistencias en menores tiempos, por consiguiente, ha permitido el ingreso de nuevas técnicas constructivas.

Existen informes en donde se evidencia los daños que las construcciones sufren durante la presencia de eventos telúricos que afectan a todos los países sísmicos de Latinoamérica en los últimos 100 años (Astroza I & Muñoz, 2008).

Los morteros a pesar de ser considerados como una clase de hormigón especial debido a que únicamente contiene agregado fino no han tenido el mismo rango de desarrollo, a pesar de tener una universalidad de usos e indiscutible utilidad en obra. En particular los maestros de obra son los que más trabajan con morteros, sobre todo en la parte de enlucidos de residencias, edificios y demás estructuras de hormigón armado, siendo ellos los principales críticos de sus propiedades.

Los enlucidos en paredes son de gran importancia debido que le otorgan resistencia al conjunto de mampostería y la sella, evita la penetración de humedad, en el interior de la vivienda, estos generan una uniformidad de las paredes para el posterior tratamiento decorativo, los enlucidos en exteriores protegen a la mampostería de la intemperie es decir de los agentes atmosféricos, sobre todo de la polución permanente el cual deteriora y gasta de forma progresiva los cerramientos exteriores.

1.1 Descripción del problema

Se ha observado que los morteros utilizados para enlucidos en viviendas se comportan de diferentes maneras dependiendo de los tipos de cementos utilizados, mediante la recopilación de información se comprobó que no se encuentran datos en los cuales se hayan evaluado el comportamiento de los morteros a la adherencia en bloques de mampostería. Holcim Ecuador en busca de la mejora continua de sus cementos necesita obtener información sobre la propiedad de adherencia de los morteros de distintos cementos que son comercializados en el país, el alcance de esta primera evaluación se enfoca en evaluar cinco cementos comúnmente utilizados en enlucidos de una vivienda a nivel nacional.

1.2 Justificación del problema

Frente a este déficit de información se plantea realizar la evaluación de cementos que cumplan con la norma NTE INEN 2380 o NTE INEN 490 comúnmente utilizados para enlucidos de viviendas, en conjunto con una clase de agregado fino a la propiedad de adherencia de los morteros a bloques de mampostería.

Debido al desgaste producido por los agentes atmosféricos al cual son sometidos los enlucidos, es importante tener una evaluación de los cementos que nos determine su propiedad de adherencia para obtener el cemento que permite proteger por mayor tiempo la integridad de los elementos de mampostería.

Mediante el presente proyecto se busca contribuir y aportar a futuras investigaciones sobre la adherencia de los morteros.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar la evaluación de la propiedad de adherencia que poseen los morteros de cinco cementos que son comúnmente utilizados para enlucidos a bloques de mampostería de una vivienda.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Determinar la dosificación de los morteros para un flujo fijo de $130 \pm 1\%$.
2. Contrastar los valores de las resistencias de los cubos de morteros de los tipos de cementos empleados.
3. Evaluar la resistencia de la adherencia de los morteros con los tipos de cementos utilizados.
4. Determinar correlaciones entre valores de resistencia a la compresión con valores de resistencia a la adherencia de los morteros con los cementos evaluados.

1.4 Definición de Alcance y Alternativas.

1.4.1 Alcance

El alcance de esta primera evaluación está enfocado en :

- Realizar la evaluación de cinco cementos que son comercializados en el país.

- Seleccionar el agregado fino cuya curva granulométrica cumpla con el establecido en la norma NTE INEN 2536.
- Todos los ensayos serán realizados en el laboratorio del Centro de Innovación Holcim, en donde se controlará la temperatura, además que los valores de las mediciones tendrán errores poco significativos.

1.4.2 Alternativas

Existe un amplio campo de elementos no estructurales que pueden ser utilizados como mampostería en una vivienda, pues tenemos desde adobe, paredes prefabricadas, madera, ladrillo y bloque. Según el INEC, dentro de las encuestas de edificaciones (permiso de construcciones) realizadas en los últimos años, se encuentra que el elemento no estructural bloque, es el que posee el mayor porcentaje de permisos para la construcción, como se puede observar en las Figura 1.1, Figura 1.2 y Figura 1.3. (INEC, 2018)

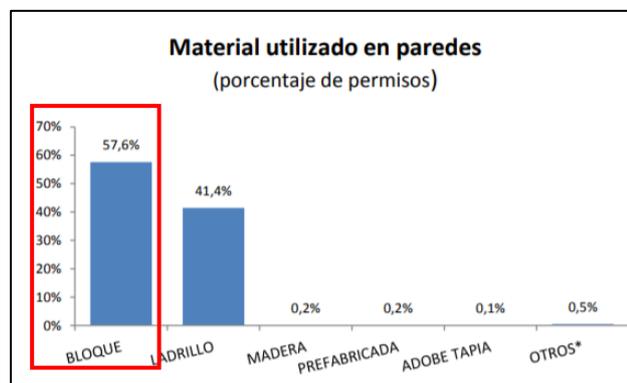


Figura 1.1 Encuesta de Edificaciones 2015 (INEC, 2016)



Figura 1.2 Encuesta de Edificaciones 2016 (INEC, 2017)

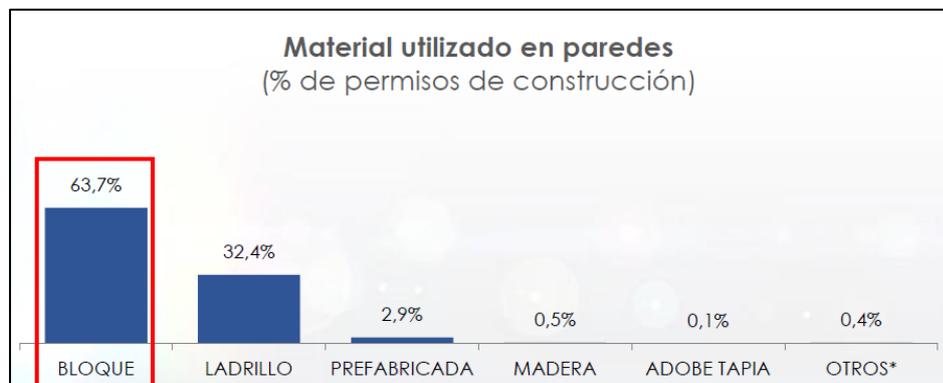


Figura 1.3 Encuesta de Edificaciones 2017 (INEC, 2018)

Mediante los resultados mostrados de la encuesta de edificaciones realizadas por el INEC donde se confirmó que el bloque es el elemento no estructural mayormente utilizado en construcción por lo cual se lo seleccionó para la evaluación de la adherencia de los morteros.

1.5 Marco teórico

1.5.1 Resumen del cemento en el Ecuador

La demanda de cemento que actualmente hay en el Ecuador está directamente relacionado con el aumento de la población, el desarrollo del país y el incremento de la construcción, en el Ecuador los permisos para la construcción en el 2017 crecieron 13.2% en relación con el 2016. (INEC, 2018)

En la actualidad el país cuenta con tres empresas cementeras, HOLCIM, UNACEN y UCEM, las cuales se encargan de cubrir la demanda de cemento que existe en el país (INECYC, 2015), así como lo muestra la Figura 1.4.

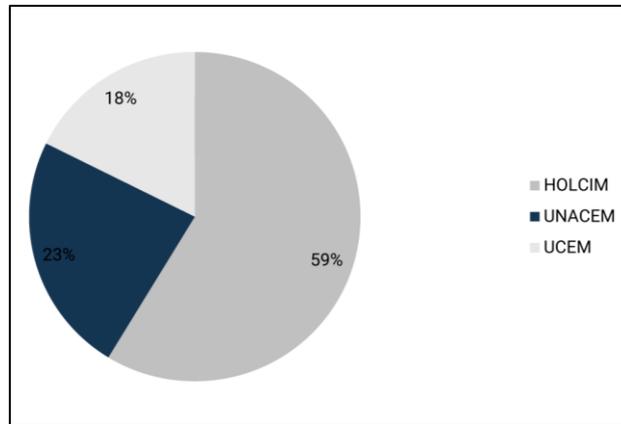


Figura 1.4 Comercialización anual de cemento gris por empresa (INECYC, 2015)

Holcim, cuenta con dos plantas de cemento, Planta Guayaquil que se encarga de cubrir la demanda en la región costera y la Planta Latacunga que cubre la demanda de cemento de la región sierra y oriente (HOLCIM ECUADOR S.A., 2004).

UNACEN cuenta con una planta localizada en Otavalo en la provincia de Imbabura desde donde abastece la demanda del cemento del Ecuador (UNACEM ECUADOR, 2014).

UCEM tiene una planta localizada en la provincia de Chimborazo y en la provincia del Cañar desde donde distribuyen el cemento al país (UCEM C.E.M., 2013).

1.5.2 Definición de cemento

El cemento se lo puede describir como un material que cuenta con propiedades tanto adhesivas como cohesivas, que le proporcionan la capacidad de aglutinar fragmentos minerales para formar una masa compacta, dichos fragmentos pueden ser piedras, arenas, ladrillos, etc. (Neville, 1999).

Para la presente evaluación se utilizarán cementos Hidráulicos Tipo GU, HS según la norma NTE INEN 2380 y cementos Hidráulicos Compuestos Tipo IP según la normativa NTE INEN 490.

1.5.2.1 Cemento Hidráulico Tipo GU

Este tipo de cemento tiene una resistencia y durabilidad adecuada para la construcción, es de uso general, se recomienda utilizarlo cuando no se requieren uno o más de los tipos de cementos especiales (INEN 2380, 2011).

1.5.2.2 Cemento Hidráulico Tipo HS

Este tipo de cemento presenta una alta resistencia a los sulfatos, es decir su aplicación es en obras en donde las concentraciones de sulfatos sean muy elevadas (INEN 2380, 2011).

1.5.2.3 Cemento Hidráulico Compuesto Tipo IP

Es un cemento portland puzolánico, que contiene cemento portland y puzolana debidamente homogenizados y la cantidad de puzolana se encuentra dentro de los límites, es utilizado para construcciones de hormigón (INEN 490, 2011).

Los cementos utilizados para esta evaluación cumplen con los requisitos establecidos en la NTE INEN 2518 Morteros para unidades de mampostería.

1.5.3 Definición de Árido Fino

Las arenas son de origen natural (extraídos del río por dragado) o artificiales (producto de la trituración de las piedras en canteras para luego ser tamizadas). La arena fina debe cumplir con lo dictado en la normativa NTE INEN 2536 Áridos para uso en morteros para mampostería, en el capítulo 2 se profundizará con más detalles las características físicas de la arena seleccionada.

1.5.4 Definición de Bloque de Hormigón

Es una pieza de hormigón en forma de paralelepípedo rectangular prefabricado con numerosas celdas de paredes delgadas, permitiendo su facilidad para maniobrar, garantizan una rigidez y un aislante térmico. Tiene varios usos en la construcción como una simple tabiquería de cerramiento, o también de uso estructural para muros portantes de mayor espesor (Construmática, 2007). Hay varias maneras de fabricar bloques, entre ellos tenemos los bloques huecos, bloques sólidos, bloques de hormigón celular y bloques sólidos de hormigón elaborado con agregado de biomasa.

1.5.5 Definición de Mortero

El mortero está conformado por un árido fino, pasta de cemento y en ciertas ocasiones aditivos, sus funciones y/o utilidades son diferentes a las del hormigón, pues es generalmente utilizado como bloques, ladrillos, etc., comúnmente en la construcción es utilizado como:

- Mortero de enlucido, para el recubrimiento de superficies de hormigón y paredes mampostería.
- Mortero de relleno para placas de fundición de estructuras.
- Mortero para reparación en obras de hormigón
- Mortero para recubrimiento interior de tubos metálicos.
- Mortero de pega para recubrir piezas de revestimiento prefabricados.

Todas estas utilidades que comúnmente se usa el mortero, es lo que lo produce que sus características de sus componentes cambien dependiendo de su aplicación en la construcción (Sanchez de Guzman, 2001).

Los morteros están agrupados dependiendo del tipo de aglomerante utilizado en su mezcla, se pueden clasificar de la siguiente manera:

1.5.5.1 Mortero de Cal y Cemento

Los morteros de cal y cemento destacan por tener una mejor trabajabilidad, sin embargo, pierden parte de su resistencia, para elaborar su preparación se utilizan varias dosificaciones por volúmenes, las que se encuentran en la disposición NTE INEN 2518 se presentan en la Tabla 1.1, en donde también aparecen las proporciones de los morteros de cemento y los morteros de cemento para mampostería. (H. Schimitt, 1992).

1.5.5.2 Mortero de Cemento

Su característica principal es la resistencia, un endurecimiento más rápido, pero en cambio es mucho menos plástico, por ende, es menos trabajable. Es muy adecuado en partes o elementos de la construcción en donde puede tener mucha influencia la humedad (H. Schimitt, 1992).

1.5.5.3 Mortero de Cemento para Mampostería

Está formado por una mezcla de cemento Portland o cemento hidráulico compuesto mezclados con un material que sea plastificante, adicional con otro material para aumentar alguna de sus propiedades, como la trabajabilidad, durabilidad y fraguado (INEN 1806, 2016).

Tabla 1.1 Especificaciones por dosificación. Requisitos (INEN 2518, 2010)

Mortero	Tipo	Dosificaciones por volumen (materiales cementantes)							Relación de Áridos (medidos en condición humedad, suelta)	
		Cemento Portland o cemento compuesto	Cemento para mortero			Cemento para mampostería				Cal hidratada o masilla de cal
			M	S	N	M	S	N		
Cemento y Cal	M	1	---	---	---	---	---	---	1/4	No menos que 2 ¼ y no más que veces la suma de los volúmenes separados de materiales cementantes
	S	1	---	---	---	---	---	---	Sobre ¼ a ½	
	N	1	---	---	---	---	---	---	Sobre ½ a 1¼	
	O	1	---	---	---	---	---	---	Sobre 1¼ a 2½	
Cemento para mortero	M	1	---	---	1	---	---	---	---	
	M	---	---	---	---	---	---	---	---	
	S	½	---	---	1	---	---	---	---	
	S	---	---	1	---	---	---	---	---	
	N	---	---	---	1	---	---	---	---	
Cemento para mampostería	O	---	---	---	1	---	---	---	---	
	M	1	---	---	---	---	---	1	---	
	M	---	---	---	---	1	---	---	---	
	S	½	---	---	---	---	---	1	---	
	S	---	---	---	---	---	1	---	---	
	N	---	---	---	---	---	---	1	---	
O	---	---	---	---	---	---	1	---		

Según la ASTM y la NTE INEN los morteros de pega están divididos según su tipo y son:

1.5.5.4 Mortero Tipo M

Su característica principal es la alta resistencia que presenta el mortero al ser fabricado con cemento gris, ideal para cargas que se encuentren sujetos a cargas de gran peso, vientos violentos, cargas sísmicas y por acción de las heladas severas, utilizados para estructuras con gran altura, estructuras independientes, muelles aislados (Nolan, K, 1990).

1.5.5.5 Mortero Tipo S

Presenta una mediana resistencia del cemento gris, utilizado en muros con poca carga, en paredes de exteriores no portantes sobre rasante, en muros de cimentación o contención, en calles, aceras y demás usos en donde las cargas no son muy considerables (Nolan, K, 1990).

1.5.5.6 Mortero Tipo N

Es un mortero multipropósito compuesto de cemento gris, utilizado en la colocación de bloques de hormigón, ladrillos, baldosas, bloques de vidrio, y enlucidos de viviendas (Nolan, K, 1990), este tipo de mortero fue el seleccionado para la evaluación.

1.5.5.7 Mortero Tipo O

Caracterizado por su alto contenido de cal y una baja resistencia, utilizado comúnmente en pañetes o enlucidos, y en pega de paredes de poca carga y de división, utilizado en viviendas de uno o dos pisos, es muy común que sean utilizados por albañiles por su excelente trabajabilidad (Nolan, K, 1990).

Los morteros ayudan al adecuado funcionamiento de los muros y al ser un elemento que permite la unión de piezas entre sí forman muros más rígidos, durables y sobre todo de gran resistencia al intemperismo, es de gran importancia que cumpla con las propiedades de plasticidad, resistencia a la compresión y de adherencia.

1.5.5.8 Plasticidad de los Morteros.

La plasticidad nos indica que tan trabajable es un mortero al momento de colocarlo en obra, depende de su consistencia y de la relación agua cemento, recordando que al trabajar con arenas cuyos granos sea de

forma redondeada como lo son las arenas de ríos permiten que el mortero tenga mayor trabajabilidad (Beall, Christine, 1994).

1.5.5.9 Resistencia a la Compresión de los Morteros

La resistencia del mortero a la compresión tiene que ver a la capacidad propia del mortero para soportar su peso más la o las cargas a las cuales se encuentre sometido, esta resistencia está estrechamente relacionada con el material cementante usado y la cantidad de agua consumida en la preparación del mortero, puesto que, a mayor cantidad de agua, la relación agua cemento aumentara y en efecto la resistencia a compresión del mortero se reducirá (Beall, Christine, 1994).

1.5.5.10 Adherencia de los Morteros

Nos indica la capacidad que posee el mortero para adherirse a una superficie a la cual ha sido aplicada (unidades de mampostería), mientras más rugosas y húmedas son estas unidades de mampostería, se obtiene una mayor adherencia. También comprende la resistencia que se genera al tratar de separar el mortero sobre la unidad de mampostería a la cual ha sido aplicada, además de las resistencias contra el deslizamiento de corte y de la flexión causada por la separación del mortero a la mampostería (Beall, Christine, 1994; Garófalo Mero, 2015).

El mortero debe ser capaz de desarrollar una suficiente adherencia con las unidades de mampostería a fin de resistir los esfuerzos que son productos de las cargas propias de la estructura, el terreno, las fuerzas de viento, fuerzas sísmicas y los cambios de temperatura (Barrera, Faundez, & Luna, 2002). Esta propiedad depende de los siguientes factores:

- La trabajabilidad del mortero
- Componente del mortero, es decir agregado y cemento.
- Tipo de elemento no estructural
- Calidad del proceso constructivo
- Condiciones de curado a la cual ha sido sometido.

La durabilidad de la adherencia también es un factor muy importante, debido que la adherencia es una propiedad que al pasar el tiempo esta se va perdiendo, debido a las deformaciones diferenciales que se pueden producir por los distintos materiales utilizados (Barrera, Faundez, & Luna, 2002). La Norma Chilena NCh 2256 establece que a los 28 días la resistencia mínima a la tracción debe ser de 0.2 MPa.

Dentro de la biblioteca del Centro de Innovación Holcim, se encuentra un trabajo investigativo realizado por la Ing. Flor Cabezas denominado "Morteros para Enlucidos", el cual consistía en realizar un tipo de encuesta y de anotaciones de las mezclas de algunos maestros de obras utilizaban para enlucidos de paredes, en donde se observar el proceso de elaboración de las mezclas para el enlucido, el análisis de distintas arenas, sean estas finas o gruesas de diferentes fuentes de la ciudad de Guayaquil.

En la biblioteca del CIH reposa la tesis de grado "Morteros para Enlucidos" del Ing. Eduardo Chiriboga Martínez, en donde realizó un estudio de cuatro dosificaciones de morteros, donde utilizo cemento hidráulico y cemento hidráulico más cementina, las relaciones utilizadas fueron 1:3 y 1:4 con cemento hidráulico, relación de 1:1:4 y 1:1:5 con cemento hidráulico más cementina. Donde concluyo que el cemento portland no puzolánico muestra muchas más bondades de trabajabilidad bajo condiciones adversas, sin embargo es mucho más costoso que el puzolánico Nacional, por ende, el costo de los enlucidos subiría considerablemente, además el observo diferencias entre los enlucidos hechos con el antiguo cemento portland puzolánico IE y el cemento portland puzolánico IP, los resultados de la cementina para el enlucidos son muy malos, tanto así que no se empleó en todo los procesos de enlucidos menciona Chiriboga. (Chiriboga Martínez, 2000).

En la Universidad de San Carlos de Guatemala hay un trabajo de graduación "Evaluación Sobre Adherencia Entre Mortero Fresco y Endurecido Con Diferentes Productos Adhesivos", elaborado por el Ing. Fredi Román Reyes, en donde utiliza dos tipos de morteros (acabado y levantado) y dos tipos de adhesivos para su evaluación, concluye que el adhesivo Tipo I (utilizado en áreas donde no esté en contacto con la humedad) en conjunto con el mortero de levantado desarrollaron

características de adhesión, debido que sus fallas fueron por producto de la unión de morteros, en donde entra en la clasificación como fallas de adherencia entre mortero fresco y mortero endurecido, cuando se realizó la evaluación de los adhesivos con el mortero de acabado se obtuvieron resultados muy bajos, debido que la fallas ocurrieron en el mortero y no en la zona de unión (Román Reyes, 2005).

También hay un proyecto de graduación llamado “Evaluación Físico-Química de los Cementos a Partir de la Correlación de sus Propiedades Asociadas con la Producción De Hormigón” de la Ing. Alicia Garófalo, en donde se han realizado estudios comparativos de las características físico - mecánicas y químicas de algunos cementos, sin relacionar la adherencia de los morteros, en donde concluyó que el contenido del clinker en cada tipo de cemento permitió crear una relación entre las propiedades físicas, por ejemplo a mayor cantidad de clinker se genera altas temperaturas durante la hidratación del cemento y la obtención de altas resistencias a la compresión (Garófalo Mero, 2015).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Para la correcta realización del proceso de evaluación de adherencia de morteros a bloques de mampostería se ha realizado la siguiente metodología esquematizada en la Figura 2.5, en donde se ha realizado una división por etapas de la metodología seguida.

Como un análisis preliminar se ha ejecutado una revisión bibliográfica, tanto para comprobar la inexistencia de alguna evaluación de adherencia como para buscar información sobre evaluaciones realizadas a morteros y cementos, tanto en el país como en el extranjero para hacer comparaciones de evaluaciones, siguiendo con la metodología planteada empiezan las siguientes etapas.

Etapas 1: Muestreo de arena, bloque y cementos

El desarrollo de esta etapa estuvo determinado por la realización de ensayos de caracterización tanto para el árido fino como para los bloques, además del muestreo de los cementos comercializados y producidos en el país mostrados en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Lista de Cementos Comercializados y producidos en el Ecuador. (Autor)

No.	MARCA	CEMENTERA
1	Fuerte	HOLCIM ECUADOR
2	Selvalegre	UNACEM
3	Campeón	UNACEM
4	Armaduro	UNACEM
5	Guapan	UCEM
6	Chimborazo	UCEM

Para la realización de los ensayos de caracterización de los áridos finos se siguieron lo establecidos en las normas ASTM y en NTE INEN, se realizaron los ensayos de análisis granulométrico establecido en la NTE INEN 696-1, se determinó el módulo de finura el cual nos indica que tan fina o gruesa es la arena que será utilizada en el mortero. Se determinó la densidad, densidad relativa y absorción del árido fino siguiendo los procesos descritos en la normativa NTE INEN 856-1, el valor más importante es la densidad seca del árido fino, puesto que el mortero se lo realizó con

la arena secada en su totalidad. Adicional se realizó el ensayo de la determinación de la masa unitaria y el porcentaje de vacíos mediante el proceso establecido en el reglamento NTE INEN 858 y finalmente la determinación de los materiales más finos que $75\mu\text{m}$ indicado en la NTE INEN 697.

Para la caracterización de bloques se tomó los datos proporcionados por el fabricante Bloqcim S.A.

Etapas 2: Preparación de Morteros y Enlucido de Bloques

En esta etapa se realizó las pruebas de morteros para encontrar la dosificación para los distintos cementos, manteniendo dos parámetros fijos establecidos por el cliente, la primera es mantener constante la relación en volumen 1:3 de materiales, es decir un volumen de cemento por tres volúmenes de arena y el flujo del mortero debe ser $130 \pm 1\%$, para que se tenga un mortero muy parecido a los que se trabaja en obra. Para la preparación del mortero se siguió las recomendaciones de las normas NTE INEN 155, 488, 2518 y 2536, en donde se detallan características que deben cumplir tanto el árido fino como el mortero. Se realizó la dosificación para el mortero con relación de volumen de 1:3, para los diferentes cementos evaluados se obtuvo relaciones de agua cemento distintas, en unos casos fue mayor y en otros la relación fue menor, esas relaciones a/c serán corroboradas al momento de realizar el ensayo a la compresión de cubos de morteros, seguido de la NTE INEN 2502 en el cual se utilizó la mesa de flujo de la Figura 2.1, se logró establecer el flujo requerido de $130 \pm 1\%$ establecido por el cliente.

Para el enlucido en los bloques se realizó un marco de plywood de 10 mm de espesor con medidas de largo de 390 mm de largo y 190 mm de ancho logrando obtener una uniformidad en el espesor al momento de enlucir el bloque tal como se muestra en la Figura 2.2, se garantizó que todos los bloques enlucidos para las pruebas no se verán influenciados por variaciones en los espesores de los enlucidos, estandarizando la evaluación, se replicó el proceso usado en obra es decir, se realizó un champeado el mortero al bloque, luego fue corregido con la regla para finalmente darle un acabado con la llana.

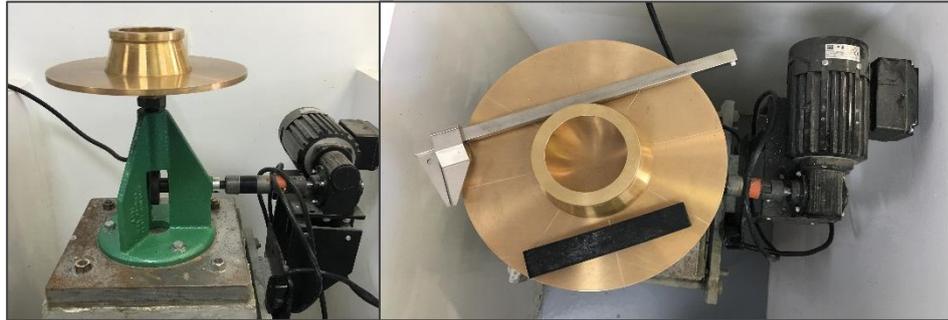


Figura 2.1. Equipo para Determinar Flujo de Mortero (Autor)



Figura 2.2 Molde para enlucidos en bloque (Autor)

Etapas 3: Roturas de cubos de morteros y ensayo de Adherencia

En esta etapa se realizó las roturas de los cubos de morteros siguiendo las indicaciones detalladas en la NTE INEN 488-2, se realizaron roturas a los 3, 7 y 28 días, para cada edad se rompieron 9 cubos de morteros como lo muestra la Figura 2.3, en total se rompieron 135 especímenes de cubos de morteros.

Para el ensayo de Adherencia se siguió lo establecido en la norma ASTM C1583 en donde se detalla todo el procedimiento para llevar a cabo esta prueba, se realizaron ensayos a 7 y 28 días, para cada día de ensayo se utilizaron 18 especímenes, en total se evaluaron 90 especímenes, para realizar este ensayo se utilizó el equipo Proceq dy-206 (Figura 2.4) de propiedad de Holcim Ecuador.



Figura 2.3 Rotura de Cubos (Autor)



Figura 2.4. Equipo Proceq dy-206 (Autor)

Etapa 4: Interpretación y Análisis de los resultados obtenidos

En esta última fase se realizó la recopilación de todos los datos obtenidos, se realizó un análisis de las resistencias a la compresión y resistencia a la tracción de la adherencia para tratar de sacar una correlación entre estos valores, esta etapa es la más crítica pues a partir de los resultados obtenidos, se obtendrán las conclusiones y recomendaciones pertinentes del proyecto, adicionalmente se realizó una proyección económica y la respectiva medida ambiental del proyecto.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

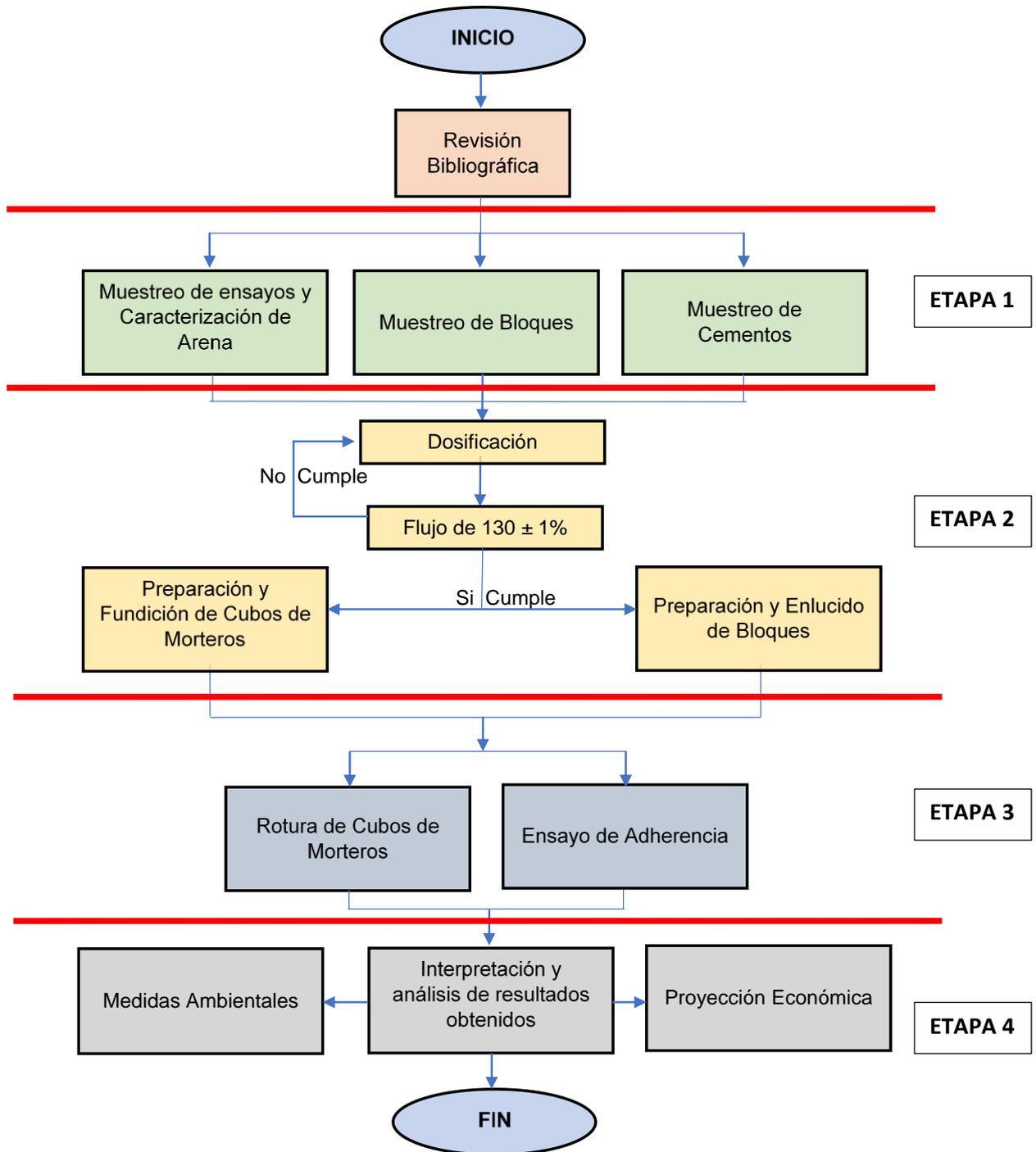


Figura 2.5. Esquema de Metodología (Autor)

2.1 Descripción de los Tipos de Cementos

Para la presente evaluación se tomaron cinco cementos comercializados en el país, se les asignó la siguiente codificación: Mortero de Cemento 1, Mortero de Cemento

2, Mortero de Cemento 3, Mortero de Cemento 4 y Mortero de Cemento 5, las descripciones de sus características que están detalladas a continuación, las cuales fueron tomadas de los portales de internet de las empresas cementeras que los fabrican, siendo información de acceso público.

2.1.1 Cemento 1

Es un cemento Hidráulico para la construcción en general que cumple con la norma NTE INEN 2380 (equivale a la ASTM C 1157), compuesto por clinker de cemento portland, sulfato de calcio y una o más de adiciones de puzolana naturales, utilizado en la construcción en general, contando como sus principales características su resistencia, durabilidad y destacando el desempeño que existe, el cual está por encima en lo estipulado en la norma. Las principales características físicas que cumple el Cemento 1 están resumidas en la Tabla 2.2

Tabla 2.2 Característica físicas Cemento 1 (Ficha Técnica, Apéndice A)

REQUISITOS FÍSICOS	VALOR REFERENCIAL
Tiempo de fraguado inicial, método de Vicat	190 minutos
Contenido de aire del mortero	3 %
Expansión de barra de mortero 14 días	0.002 %
Resistencia a la compresión 1 día	9.00 MPa
Resistencia a la compresión 3 día	17.00 MPa
Resistencia a la compresión 7 día	22.00 MPa
Resistencia a la compresión 28 día	31.00 MPa

Entre las ventajas mencionadas en la ficha técnica del cemento 1, tenemos la mejora de la trabajabilidad, la reducción de la segregación y exudación, reducción del calor de hidratación y la tendencia de fisuras y un ahorro significativo de cemento por metro cubico de hormigón.

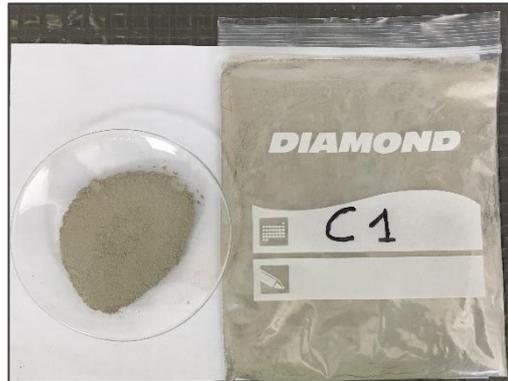


Figura 2.6 Muestra de Cemento 1 (Autor)

La Figura 2.6 es una muestra física del cemento 1 que fue utilizado durante el proceso de evaluación.

2.1.2 Cemento 2

El cemento 2 cumple con la norma NTE INEN 490 (equivalente a la ASTM C 595), de los cementos hidráulicos compuestos siendo de Tipo IP, de uso general en la construcción.

Las principales características físicas que cumple el Cemento 2 están resumidas en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Característica físicas Cemento 2 (Ficha Técnica, Apéndice A)

REQUISITOS FÍSICOS	VALOR REFERENCIAL
Tiempo de fraguado inicial, método de Vicat	155 minutos
Contenido de aire del mortero	5.64 %
Expansión de barra de mortero 14 días	0.002 %
Resistencia a la compresión 3 día	16.33 MPa
Resistencia a la compresión 7 día	21.14 MPa
Resistencia a la compresión 28 día	29.18 MPa

El cemento 2 tiene un alto control de calidad, al tener en su laboratorio equipos con tecnología de última generación, el cual garantiza a sus clientes los más alto estándares de calidad.



Figura 2.7 Muestra de Cemento 2 (Autor)

La Figura 2.7 es una muestra física del cemento 2 que fue utilizado durante el proceso de evaluación.

2.1.3 Cemento 3

El cemento 3 es un cemento hidráulico de alta resistencia a los sulfatos tipo HS, el cual cumple con la norma NTE INEN 2380 (equivalente a la ASTM C1157), usado en construcciones en general, es un cemento de alta resistencia a los sulfatos.

Las principales características físicas que cumple el Cemento 3 están resumidas en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Característica físicas Cemento 3 (Ficha Técnica, Apéndice A)

REQUISITOS FÍSICOS	VALOR REFERENCIAL
Tiempo de fraguado inicial, método de Vicat	138 minutos
Resistencia a la compresión 3 día	16.70 MPa
Resistencia a la compresión 7 día	20.50 MPa
Resistencia a la compresión 28 día	27.50 MPa

El cemento 3 tiene una aplicación para la fabricación de hormigón de alta resistencia a los sulfatos, con hormigones de bajo calor de hidratación, hormigones masivos, represas, en morteros de fácil colocación y de mejores acabados y en oras sanitarias o de arte.



Figura 2.8 Muestra de Cemento 3 (Autor)

La Figura 2.8 es una muestra física del cemento 3 que fue utilizado durante el proceso de evaluación.

2.1.4 Cemento 4

El cemento 4 es un cemento portland puzolánico tipo IP cumple con la norma NTE INEN 490 (equivalente a la ASTM C 595), utilizado para construcciones de hormigón en general.

Las principales características físicas que cumple el Cemento 4 están resumidas en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5 Característica físicas Cemento 4 (Ficha Técnica, Apéndice A)

REQUISITOS FÍSICOS	VALOR REFERENCIAL
Tiempo de fraguado inicial, método de Vicat	140 minutos
Contenido de aire del mortero	4.50 %
Expansión	0.04 %
Resistencia a la compresión 3 día	16.50 MPa
Resistencia a la compresión 7 día	21.50 MPa
Resistencia a la compresión 28 día	28.50 MPa

El cemento 4 tiene diversas aplicaciones como casas, edificios, obras viales, obras sanitarios y obras civiles en la industria petrolera.



Figura 2.9 Muestra de Cemento 4 (Autor)

La Figura 2.9 es una muestra física del cemento 4 que fue utilizado durante el proceso de evaluación.

2.1.5 Cemento 5

El cemento 5 es un cemento portland puzolánico tipo IP cumple con la norma NTE INEN 490 (equivalente a la ASTM C 595), producido con clinker, adiciones minerales, sulfato de calcio, los cuales son dosificados en molienda obtenido un producto de alta fineza y calidad es utilizado para construcciones de hormigón en general. Las principales características físicas que cumple el Cemento 5 están resumidas en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6 Característica físicas Cemento 5 (Ficha Técnica, Apéndice A)

REQUISITOS FÍSICOS	VALOR REFERENCIAL
Tiempo de fraguado inicial, método de Vicat	160 minutos
Expansión de barra de mortero 14 días	0.018%
Resistencia a la compresión 3 día	18 MPa
Resistencia a la compresión 7 día	26 MPa
Resistencia a la compresión 28 día	37 MPa

El cemento 5 tiene una alta durabilidad, permitiendo resistir las acciones del medioambiente que lo rodea, alargando su vida útil, tiene un bajo calor de hidratación, una alta resistencia a los sulfatos, una alta impermeabilidad y bajo contenido de álcalis solubles.



Figura 2.10 Muestra de Cemento 5 (Autor)

La Figura 2.10 es una muestra física del cemento 5 que fue utilizado durante el proceso de evaluación.



Figura 2.11 Muestras de Cementos (Autor)

En la Figura 2.11 se observan las muestras de los cinco cementos que fueron utilizados durante el proceso de evaluación de la adherencia.

2.2 Descripción de los ensayos para el Árido Fino

Para seleccionar la clase de arena que se utilizó se realizaron pruebas a dos arenas de proveedores diferentes, la primera arena que se evaluó fue la arena triturada de Caliza Huayco, la segunda arena provino de la Arenera Anropevi, se seleccionó aquella que cumplió con la normativa NTE INEN 2536, cuyos resultados obtenidos se muestran a continuación.

2.2.1 Arena Triturada de Calizas Huayco

La arena proveniente de Calizas Huayco es una arena triturada lavada (Figura 2.12), la cual fue secada en el horno a una temperatura de 100 ± 5 °C, posteriormente fue tamizada para quitar el retenido del tamiz N° 4 como lo muestra la Figura 2.14, luego se procedió a realizar el ensayo granulométrico descrito en la NTE INEN 696 (Apéndice B), en donde se obtuvo los resultados mostrados en Tabla 2.7, el módulo de finura fue de 3.57, siendo una arena muy gruesa para ser utilizada en enlucidos como se muestra en la Figura 2.13.



Figura 2.12 Cantera de Calizas Huayco (Autor)

Tabla 2.7 Granulometría de Arena Triturada Calizas Huayco (Autor)

TAMIZ		PASANTE ACUMULADO %
INEN	ASTM	
4,75 mm	No. 4	100
2,36 mm	No. 8	67
1,18 mm	No. 16	40
600 µm	No. 30	21
300 µm	No. 50	11
150 µm	No. 100	4
BANDEJA		0

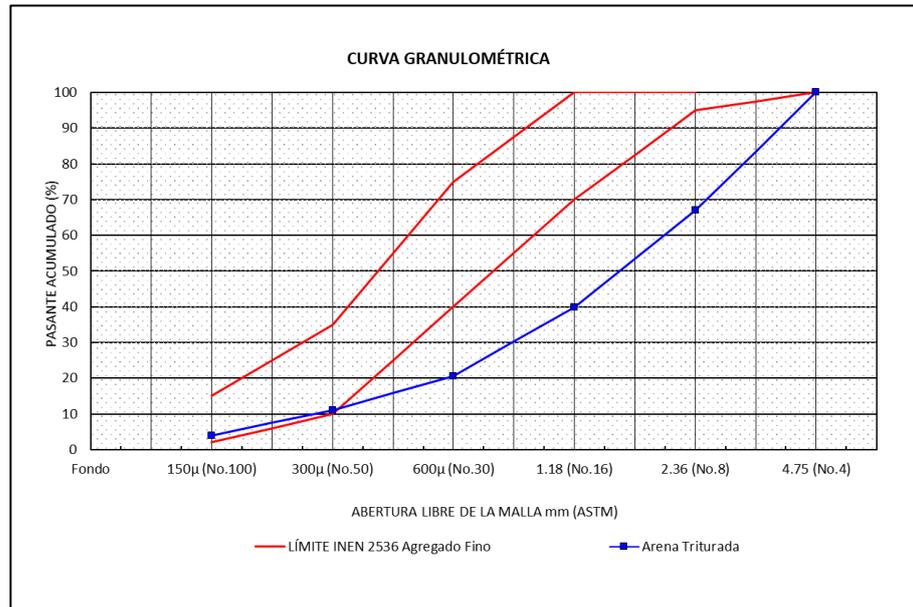


Figura 2.13 Curva Granulométrica Caliza Huayco (Autor)



Figura 2.14 Arena Tamizada Caliza Huayco (Autor)

La Figura 2.14 muestra la arena tamizada de Calizas Huayco, se puede apreciar a simple vista que hay una ausencia de finos, por ende, su módulo de finura la clasifica como arena gruesa.

En base a los requisitos especificados en el reglamento NTE INEN 2536 que establece los límites granulométricos del árido fino que debe cumplir para ser utilizados en unidades de mampostería establecidos en la Tabla 2.8, al compararlos con los resultados de la granulometría del agregado fino proveniente de la cantera Huayco, y observar que no cumple se descartó el uso de este agregado para la evaluación.

Tabla 2.8 Límites granulométricos del árido para uso en mortero para mampostería (INEN 2536, 2010)

Tamiz	Porcentaje Pasante	
	Arena Natural	Arena Elaborada
4,75 mm (No. 4)	100	100
2,36 mm (No. 8)	95 a 100	95 a 100
1,18 mm (No. 16)	70 a 100	70 a 100
600 µm (No. 30)	40 a 75	40 a 75
300 µm (No. 50)	10 a 35	20 a 40
150 µm (No. 100)	2 a 15	10 a 25
75 µm (No. 200)	0 a 5	0 a 10

2.2.2 Arena de Río de Arenera Anropevi

La arena de río Bulubulu proveniente de la Arenera Anropevi (Figura 2.15), fue secada en el horno a una temperatura de 100 ± 5 °C , para posteriormente tamizarla por el tamiz N°4 y quitar lo retenido en el tamiz, luego se procedió a realizar el ensayo granulométrico descrito en la norma NTE INEN 696 (Apéndice B), en donde se obtuvo los resultados mostrados en la Tabla 2.9, el módulo de finura obtenido fue de 2.51, y su curva granulométrica se presenta en la Figura 2.16.



Figura 2.15 Arenera Anropevi (ANROPEVI CÍA. LTDA., 2018)

Tabla 2.9 Granulometría de Arena de Arenera Anropevi (Autor)

TAMIZ		PASANTE ACUMULADO %
INEN	ASTM	
4,75 mm	No. 4	100
2,36 mm	No. 8	95
1,18 mm	No. 16	80
600 µm	No. 30	55
300 µm	No. 50	17
150 µm	No. 100	2
BANDEJA		0

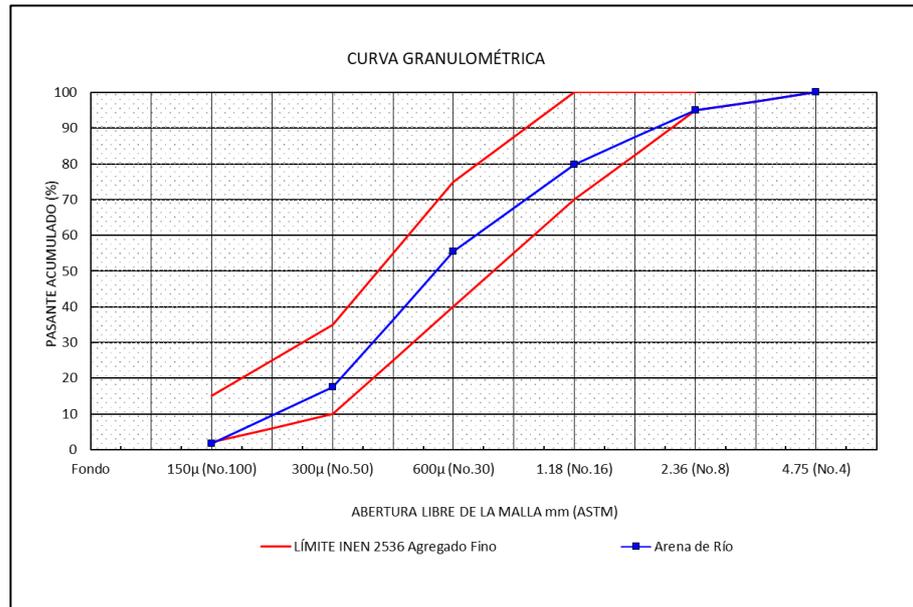


Figura 2.16 Curva Granulométrica Arenera Anropevi (Autor)



Figura 2.17 Arena Tamizada Anropevi (Autor)

La Figura 2.17 muestra la arena tamizada proveniente del Arenero Anropevi, la cual cumple con los requisitos especificados en la normativa NTE INEN 2536.

En base a los requisitos especificados en el reglamento NTE INEN 2536 los límites granulométricos del árido fino (Tabla 2.8), cumple en su totalidad con lo mencionado en la normativa, por lo cual fue el árido fino seleccionado para realizar todos los morteros a evaluar, adicionalmente al árido seleccionado se le realizaron los ensayos descritos en la Tabla 2.10

Tabla 2.10 Resumen de Ensayos Realizados a la arena de Anropevi. (Autor)

No. Norma INEN	No. Norma ASTM	Ensayo
696-1	C 33	Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso
856	C 128	Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido fino
858	C138	Áridos. Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos.
697	C117	Áridos. Determinación del material más finos que pasa el tamiz con aberturas de 75 µm (no. 200), mediante lavado

Los resultados obtenidos mediante la realización de los ensayos descritos anteriormente son expuestos en la Tabla 2.11.

Tabla 2.11. Resultados de los Ensayos de la Arena de Río Bulubulu (Autor)

NTE INEN	696-1	856		858		697
Muestra	Módulo de finura	Densidad Ds kg/m ³	Absorción (%)	Masa Unit. Suelta kg/m ³	Masa Unit. Compact. Kg/m ³	Pasante 75 µm (%)
Arena de río Bulubulu	2.51	2590	2.4	1560	1780	2.1

Con los ensayos realizados del agregado fino se obtuvo las propiedades del árido fino utilizado, además de garantizar que todos los morteros elaborados tengan el mismo tipo de arena logrando estandarizar el proceso de evaluación.

2.3 Muestreo de Bloques

Los bloques que fueron utilizados en la evaluación fueron comprados, producidos por la empresa Bloqcim S.A., cuya localización de su planta de fabricación de bloques se encuentra en el km 18 ½ Vía a la Costa, detrás de Ditelme. Bloqcim dentro de su catálogo de productos posee bloques livianos, bloques pesados, bloques de fachada y adoquines (BLOQCIM S.A., 2017).

Fue seleccionado el bloque liviano tipo PL-1ST-9, cuyas dimensiones son de un largo de 39 cm, una altura de 19 cm y un espesor de 9 cm, este bloque fue escogido debido a lo descrito en la NEC-SE-Vivienda, en donde se establece que los muros (paredes) deben quedar constituidos por un espesor mínimo de 10 cm incluidos el revestimiento, adicionalmente, los muros que no formen parte del sistema

estructural sismo-resistente pueden construirse por bloques de 7 cm de espesor, como lo muestra la Figura 2.18. (NEC-SE-VIVIENDA, 2014).

Adicionalmente el espesor de bloque permite la implementación de las instalaciones eléctricas y potables en paredes de las viviendas, sin que se afecte a la estética de las paredes.

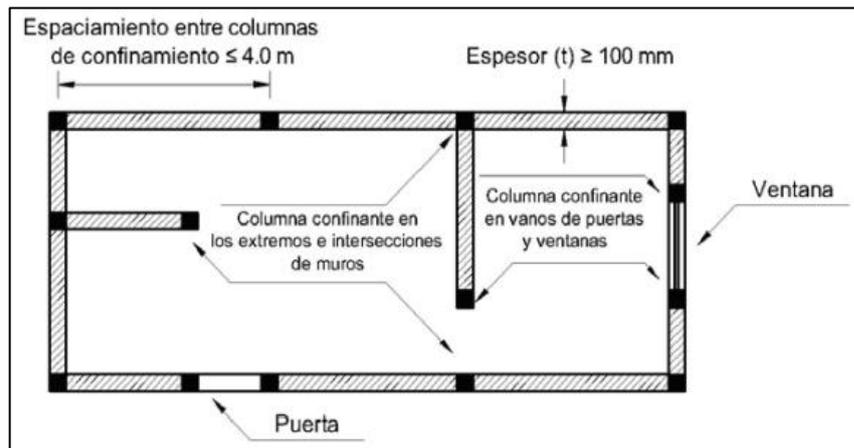


Figura 2.18. Requisitos fundamentales en viviendas de Mampostería (NEC-SE-VIVIENDA, 2014)

El bloque modelo PL -1ST-9 de Bloqcim tiene las siguientes características mostradas en la Figura 2.19.

Características MODELO PL-1ST-9	
Largo:	39 cms.
Altura:	19 cms.
Espesor:	9 cms.
Peso seco aproximado:	8.40 Kg.
Resistencia promedio:	2 Mpa.
Requerimiento aproximado:	12.5 u/m ² .
Descripción:	Bloque de densidad especial alivianado.
Utilización sugerida:	Paredes livianas en interiores y en pisos altos.
Unidades por paletas de 1.23 x 1.23:	186 u.



Figura 2.19. Característica Modelo PL-1ST-9 (BLOQCIM S.A., 2017)

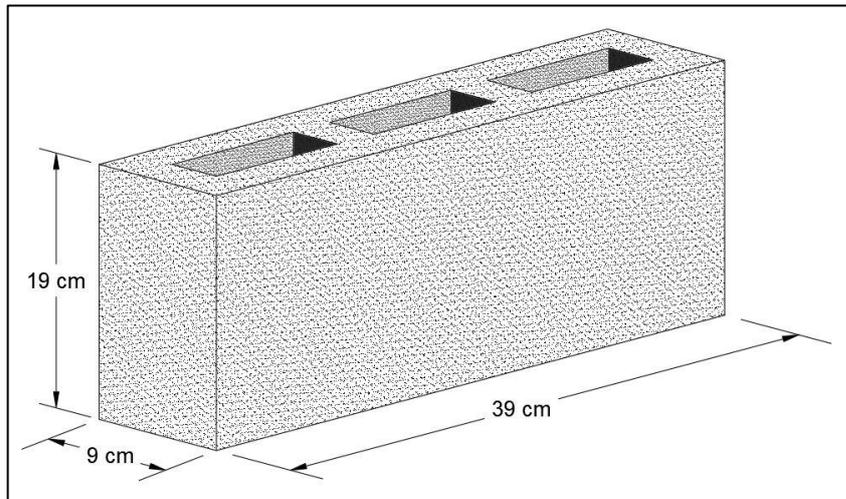


Figura 2.20 Medidas Generales de Bloque PL-1ST-9 (Autor)

La Figura 2.20 muestra las medidas generales que tiene los bloques utilizados para la evaluación.

2.4 Descripción del ensayo de Adherencia

Para la realización del ensayo de adherencia se siguió los procedimientos descritos en la norma ASTM C1583, mediante la cual se obtiene la resistencia a la tracción de superficies de hormigón y resistencia a la tracción de las reparaciones de hormigón con materiales de recubrimiento por medio de la tracción directa. Resumiendo este ensayo se realizó en una superficie preparada de una base de hormigón o bloque después de haber aplicado el mortero sobre la superficie, el espécimen de ensayo se forma mediante una perforación superficial de un núcleo con una broca diamantada de 50mm de diámetro interior, dejando intacto el núcleo y unido al hormigón, sobre el núcleo se coloca un disco de metal e cual es adherido a la superficie a ser ensayada con la ayuda de un epóxico , se procede a aplicar la carga de tracción sobre el disco de metal hasta que se produzca el desprendimiento, se procede con el registro de la carga de tracción y del tipo de falla ocurrida, el tipo de falla que se genere debe ser reportado de manera individual para cada bloque ensayado. Todo el procedimiento fue realizado utilizando los respectivos equipos de protección personal (Figura 2.21).



Figura 2.21 Equipo de Protección Personal (Autor)

Los equipos utilizados para el ensayo son los siguientes:

- Taladro (Figura 2.22)



Figura 2.22 Taladro (Autor)

- ✓ Broca de perforación diamantada con un diámetro nominal interior de 50 mm. (Figura 2.23)



Figura 2.23 Broca Diamantada (Autor)

- ✓ Disco de metal con un diámetro nominal de 50 mm y de al menos 25 mm de espesor. (Figura 2.24)

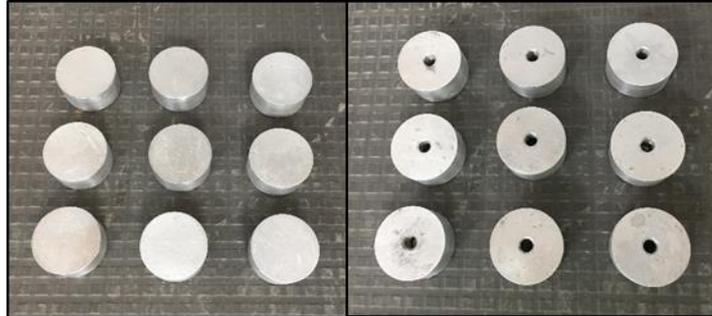


Figura 2.24 Discos de Metal (Autor)

- ✓ Equipo Proceq dy-225, equipo perteneciente a Holcim Ecuador S.A. (Figura 2.25)



Figura 2.25 Equipo Proceq dy-225 (Autor)

La preparación de los especímenes, que fueron ensayados, está descrita en la norma ASTM C1583, en donde redacta el respectivo procedimiento de la preparación de la muestra cómo se puede apreciar en la Figura 2.26.

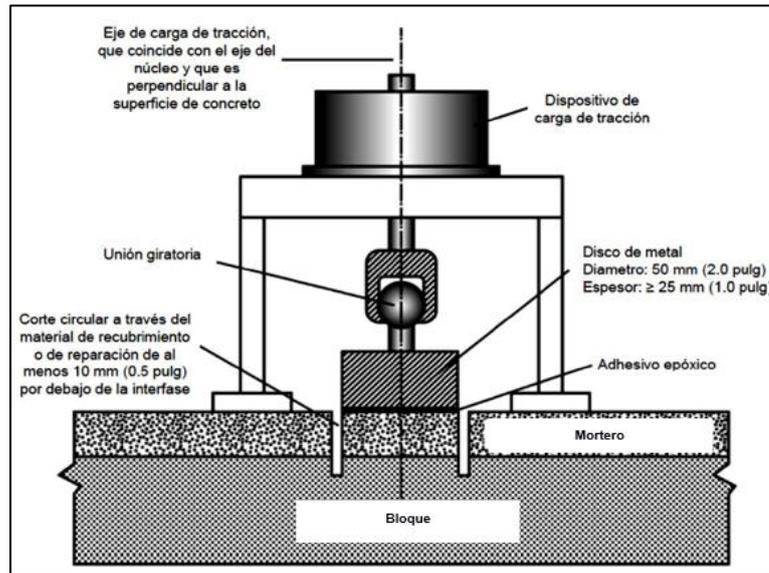


Figura 2.26 Aplicación de Ensayo de Adherencia (ASTM C1583, 2014)

La norma ASTM C1583 también menciona como se debe proceder a identificar el tipo de falla a la cual fue sometida el sustrato, este tipo de falla se registró como (a) en el bloque, (b) en la línea de unión entre el bloque y el mortero, (c) si la falla es en el mortero, (d) si la falla entre la unión entre el mortero y el adhesivo epóxico que es utilizado para unir el disco de metal, tal y como se muestra en la Figura 2.27. Si el tipo de falla que se produce es como el literal (d), el ensayo es descartado y se necesita volver a preparar otra muestra para volver a ser ensayado.

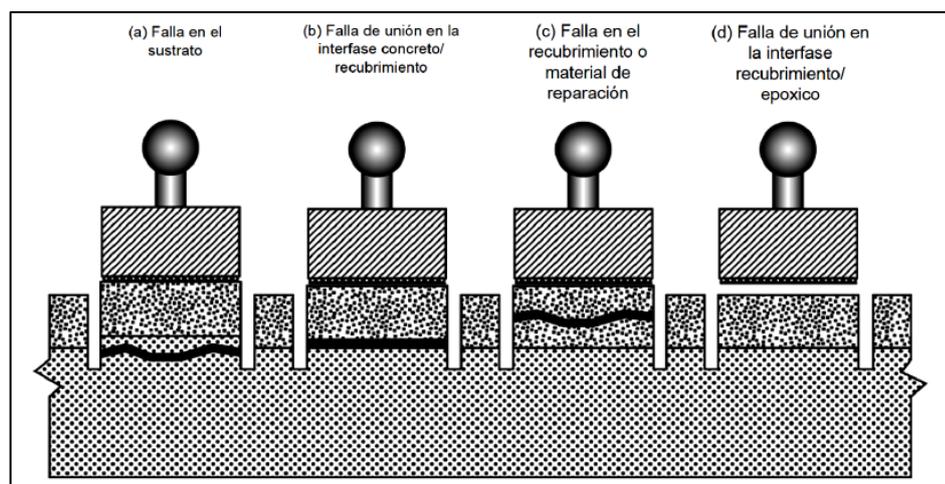


Figura 2.27 Tipos de Falla (ASTM C1583, 2014)

2.5 Descripción del Proceso de Evaluación

Con la arena seleccionada se realizó la dosificación de los morteros con los distintos cementos a ser evaluados, siguiendo el procedimiento descrito a continuación:

1. La relación en volumen establecida por el cliente fue de 1:3, una parte de cemento y tres partes de arena.
2. Se estimó un volumen de 800 cm^3 a utilizar en cada enlucido de cada bloque, que fue multiplicado por factor de seguridad de 1.3, para evitar un déficit de mortero al momento de cubrir toda la superficie al ser aplicado al bloque.
3. La densidad de los cementos es 2.99 g/cm^3 .
4. Para cumplir la relación fija 1:3 en volumen se partió de una cantidad de cemento de 800 g, que al ser multiplicada por su densidad nos da como resultado 267.53 cm^3 en volumen, esto multiplicado tres veces se obtuvo la cantidad en volumen de arena a utilizar de 802.63 cm^3 , a la vez multiplicado por la densidad de volumen a 23 °C de la arena seca cuyo valor fue de 2.59 g/cm^3 , esta densidad es constante en la arena utilizada para todos los morteros, lo cual nos da un peso de arena de 2078.93 g. a utilizar en cada bachada para enlucir el bloque, tal como se muestra en la Figura 2.28 .



Figura 2.28 Peso de Cemento y Arena (Autor)

5. El proceso de mezclado comenzaba al batir por 1 minuto en velocidad de 1 en la mezcladora, el tiempo empieza a transcurrir desde que se agrega agua al cemento, seguido se añadía el agregado fino y se batía por dos minutos a

velocidad de 1, se apagaba la mezcladora por 30 segundos en los cuales se procedía a usar la pasta de goma, para recoger y limpiar las paredes de la mezcladora, finalmente se hacía un cambio a la velocidad 2 y se lo mezclaba por 1 minuto, el equipo utilizado se muestra en Figura 2.29.



Figura 2.29 Equipo utilizado en la Preparación del Mortero (Autor)

6. Se inició con una relación de agua-cemento de 0.50 (Figura 2.30), con el objetivo de alcanzar un flujo de $130 \pm 1\%$ siguiendo la norma NTE INEN 2502, si la bachada no cumplía con ese flujo, se modificaba la cantidad de agua, con la finalidad de obtener el flujo establecido previamente.



Figura 2.30. Peso Inicial del Agua (Autor)

7. Con el objetivo cumplido de llegar al flujo se realizaron cubos de morteros de 50mm de arista siguiendo la normativa NTE INEN 488, para obtener

resistencias a 3,7 y 28 días, para cada cemento evaluado se realizaron 27 especímenes de cubos, de los cuales para cada día de resistencia se ensayaron 9 especímenes.

8. Se tomó 1300 gr. de mortero preparado para evaluar en el equipo Holcim Heat (Figura 2.31) de propiedad del cliente, el cual permitió determinar el tiempo de fraguado inicial y final de cada muestra de mortero, se colocó los 1300 g. de cada mortero en la celda correspondiente, se ingresó los datos en el software y dio inicio a la lectura de la temperatura, este proceso se repitió para los cinco diseños de morteros elaborados.

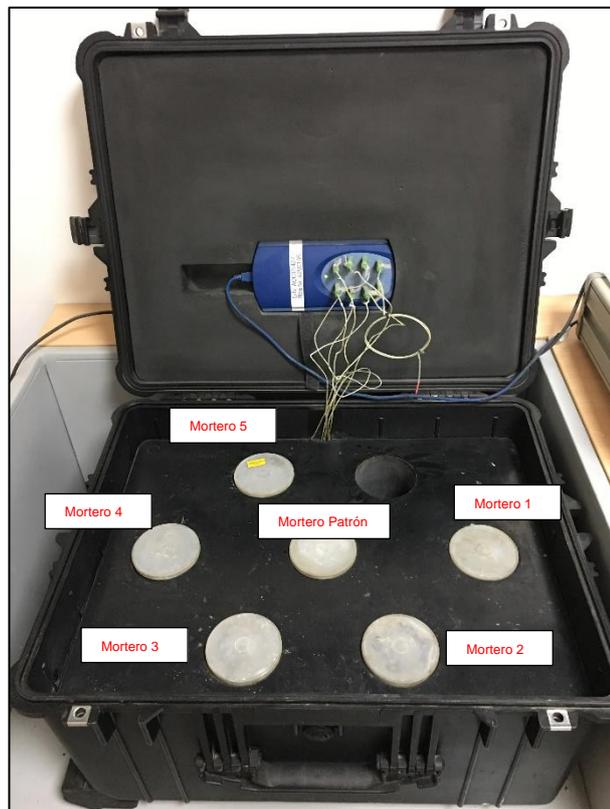


Figura 2.31 Holcim Heat (Autor)

9. Se preparó los bloques a ser enlucidos, identificándolos con un número tal y cual se muestra en la Figura 2.32.

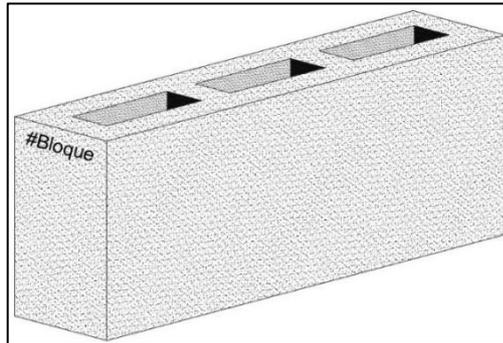


Figura 2.32. Identificación del No. de bloque (Autor)

10. Se procedió al enlucido de los seis bloques con cada tipo de mortero de cemento, identificando en el bloque el número de cemento utilizado para su enlucido, como se observa en la Figura 2.33

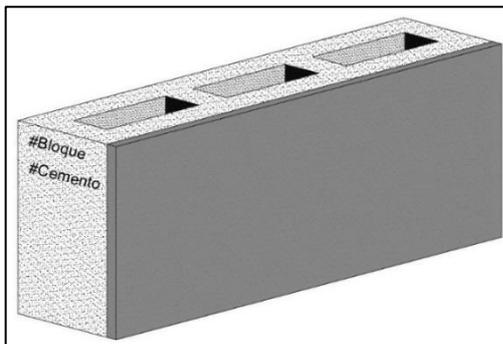


Figura 2.33 Identificación del No. de cemento (Autor)

11. Un día antes de realizar cada ensayo de adherencia, se preparó la muestra descrita en el ensayo de adherencia, a cada bloque se le realizó tres ensayos tal como lo muestra la Figura 2.34.

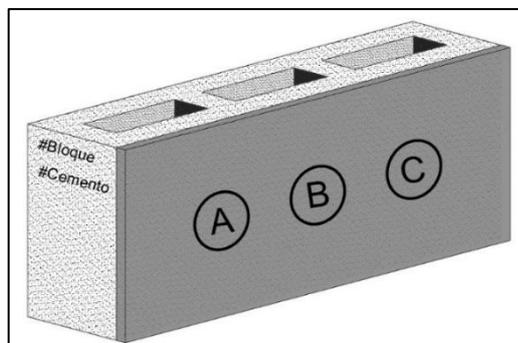


Figura 2.34 Posición de ensayo de Adherencia (Autor)

2.6 Dosificación del Mortero de Cemento 1

Los valores de los pesos iniciales con los cuales se partió para el diseño del mortero del cemento 1 están mostrados en la Tabla 2.12.

Tabla 2.12 Valores Iniciales de Dosificación Mortero de Cemento 1 (Autor)

Relación fija	1:3
Cemento (g)=	800.00
Arena (g)=	2078.93
Agua (g)=	400.00
A/C=	0.50

Al determinar el flujo se obtuvo los resultados mostrados en la Tabla 2.13.

Tabla 2.13 Valores de Flujo, Inicial del Mortero de Cemento 1 (Autor)

Lecturas de flujo	%
1	28
2	29
3	29
4	28
Total	114

El flujo obtenido no cumple con la restricción establecida por el cliente, por lo cual se realizó otra dosificación añadiendo 80.00 g. más de agua, obteniendo la dosificación mostrada en la Tabla 2.14.

Tabla 2.14 Dosificación Final Mortero de Cemento 1 (Autor)

Relación fija	1:3
Cemento (g)=	800.00
Arena (g)=	2078.93
Agua (g)=	480.00
A/C=	0.60

Se volvió a realizar la determinación de flujo donde se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 2.15

Tabla 2.15 Valores de Flujo, Final del Mortero de Cemento 1 (Autor)

Lecturas de flujo	%
1	34
2	33
3	31
4	32
Total	130



Figura 2.35 Flujo Final Mortero de Cemento 1 (Autor)

La Figura 2.35 muestra el flujo obtenido del mortero de cemento 1, cuyo valor final fue de 130%, cumpliendo con lo especificado por el cliente.

2.7 Dosificación del Mortero de Cemento 2

Los valores de los pesos iniciales con los cuales se partió para el diseño del mortero del cemento 2 están mostrados en la Tabla 2.16.

Tabla 2.16 Valores Iniciales de Dosificación Mortero de Cemento 2 (Autor)

Relación fija	1:3
Cemento (g)=	800.00
Arena (g)=	2078.93
Agua (g)=	400.00
A/C=	0.50

Al determinar el flujo se obtuvo los resultados mostrados en la Tabla 2.17.

Tabla 2.17 Valores de Flujo, Inicial del Mortero de Cemento 2 (Autor)

Lecturas de flujo	%
1	27
2	26
3	27
4	26
Total	106

El flujo obtenido no cumple con la restricción establecida por el cliente, por lo cual se realizó otra dosificación añadiendo 92.57 g. más de agua, obteniendo la dosificación mostrada en la Tabla 2.18.

Tabla 2.18 Dosificación Final Mortero de Cemento 2 (Autor)

Relación fija	1:3
Cemento (g)=	800.00
Arena (g)=	2078.93
Agua (g)=	492.57
A/C=	0.62

Se volvió a realizar la determinación de flujo donde se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 2.19

Tabla 2.19 Valores de Flujo, Final del Mortero de Cemento 2 (Autor)

Lecturas de flujo	%
1	32
2	34
3	33
4	32
Total	131



Figura 2.36 Flujo Final Mortero de Cemento 2 (Autor)

La Figura 2.36 muestra el flujo obtenido del mortero de cemento 2, cuyo valor final fue de 131%, cumpliendo con lo especificado por el cliente.

2.8 Dosificación del Mortero de Cemento 3

Los valores de los pesos iniciales con los cuales se partió para el diseño del mortero del cemento 3 están mostrados en la Tabla 2.20

Tabla 2.20 Valores Iniciales de Dosificación Mortero de Cemento 3 (Autor)

Relación fija	1:3
Cemento (g)=	800.00
Arena (g)=	2078.93
Agua (g)=	400.00
A/C=	0.50

Al determinar el flujo se obtuvo los resultados mostrados en la Tabla 2.21

Tabla 2.21 Valores de Flujo, Inicial del Mortero de Cemento 3 (Autor)

Lecturas de flujo	%
1	29
2	29
3	28
4	29
Total	115

El flujo obtenido no cumple con la restricción establecida por el cliente, por lo cual se realizó otra dosificación añadiendo 77.00 g. más de agua, obteniendo la dosificación mostrada en la Tabla 2.22

Tabla 2.22 Dosificación Final Mortero de Cemento 3 (Autor)

Relación fija	1:3
Cemento (g)=	800.00
Arena (g)=	2078.93
Agua (g)=	477.00
A/C=	0.60

Se volvió a realizar la determinación de flujo donde se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 2.23

Tabla 2.23 Valores de Flujo, Final del Mortero de Cemento 3 (Autor)

Lecturas de flujo	%
1	33
2	32
3	32
4	33
Total	130



Figura 2.37 Flujo Final Mortero de Cemento 3 (Autor)

La Figura 2.37 muestra el flujo obtenido del mortero de cemento 3, cuyo valor final fue de 130%, cumpliendo con lo especificado por el cliente.

2.9 Dosificación del Mortero de Cemento 4

Los valores de los pesos iniciales con los cuales se partió para el diseño del mortero del cemento 4 están mostrados en la Tabla 2.24.

Tabla 2.24 Valores Iniciales de Dosificación Mortero de Cemento 4 (Autor)

Relación fija	1:3
Cemento (g)=	800.00
Arena (g)=	2078.93
Agua (g)=	400.00
A/C=	0.50

Al determinar el flujo se obtuvo los resultados mostrados en la Tabla 2.25.

Tabla 2.25 Valores de Flujo, Inicial del Mortero de Cemento 4 (Autor)

Lecturas de flujo	%
1	30
2	30
3	30
4	31
Total	121

El flujo obtenido no cumple con la restricción establecida por el cliente, por lo cual se realizó otra dosificación añadiendo 40.25 g. más de agua, obteniendo la dosificación mostrada en la Tabla 2.26.

Tabla 2.26 Dosificación Final Mortero de Cemento 4 (Autor)

Relación fija	1:3
Cemento (g)=	800.00
Arena (g)=	2078.93
Agua (g)=	440.25
A/C=	0.55

Se volvió a realizar la determinación de flujo donde se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 2.27.

Tabla 2.27 Valores de Flujo, Final del Mortero de Cemento 4 (Autor)

Lecturas de flujo	%
1	33
2	33
3	33
4	32
Total	131



Figura 2.38 Flujo Final Mortero de Cemento 4 (Autor)

La Figura 2.38 muestra el flujo obtenido del mortero de cemento 4, cuyo valor final fue de 131%, cumpliendo con lo especificado por el cliente.

2.10 Dosificación del Mortero de Cemento 5

Los valores de los pesos iniciales con los cuales se partió para el diseño del mortero del cemento 5 están mostrados en la Tabla 2.28.

Tabla 2.28 Valores Iniciales de Dosificación Mortero de Cemento 5 (Autor)

Relación fija	1:3
Cemento (g)=	800.00
Arena (g)=	2078.93
Agua (g)=	400.00
A/C=	0.50

Al determinar el flujo se obtuvo los resultados mostrados en la Tabla 2.29.

Tabla 2.29 Valores de Flujo, Inicial del Mortero de Cemento 5 (Autor)

Lecturas de flujo	%
1	27
2	27
3	28
4	28
Total	110

El flujo obtenido no cumple con la restricción establecida por el cliente, por lo cual se realizó otra dosificación añadiendo 82.58 g. más de agua, obteniendo la dosificación mostrada en la Tabla 2.30.

Tabla 2.30 Dosificación Final Mortero de Cemento 5 (Autor)

Relación fija	1:3
Cemento (g)=	800.00
Arena (g)=	2078.93
Agua (g)=	482.58
A/C=	0.60

Se volvió a realizar la determinación de flujo donde se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 2.31.

Tabla 2.31 Valores de Flujo, Final del Mortero de Cemento 5 (Autor)

Lecturas de flujo	%
1	33
2	32
3	32
4	32
Total	129



Figura 2.39 Flujo Final Mortero de Cemento 5 (Autor)

La Figura 2.39 muestra el flujo obtenido del mortero de cemento 5, cuyo valor final fue de 129%, cumpliendo con lo especificado por el cliente, el flujo que se obtuvo fue el menor, en comparación con los otros flujos obtenidos, sin embargo, estuvo dentro de los límites establecidos previamente.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Al culminar todos los ensayos que fueron evaluados, se procedió a realizar un análisis individual de los resultados obtenidos, detallados a continuación.

3.1 Resultados y Análisis de Mortero de Cemento 1

Se realizó la rotura de los cubos de morteros programados a 3, 7 y 28 días (Ver Apéndice C), la resistencia obtenida a los 28 días fue de 24.71 MPa como lo muestra la Figura 3.1, este dato obtenido supera al establecido en la normativa NTE INEN 2518 cuyo valor mínimo de resistencia es de 5.2 MPa a 28 días.

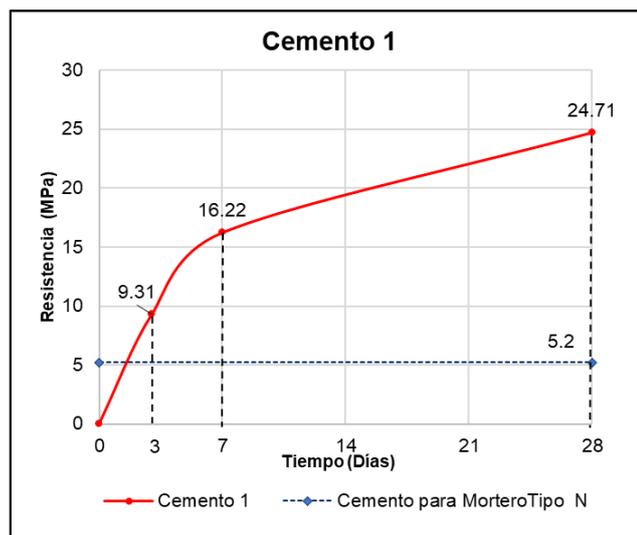


Figura 3.1 Rotura de Cubos de Mortero de Cemento 1 (Autor)

El tiempo de inicio de fraguado empieza a las 02:23 y termina a las 04:59 (Apéndice D), dando un tiempo total de fraguado de 02:36, la Figura 3.2 muestra la curva semiadiabáticas desarrollada por el mortero del cemento 1.

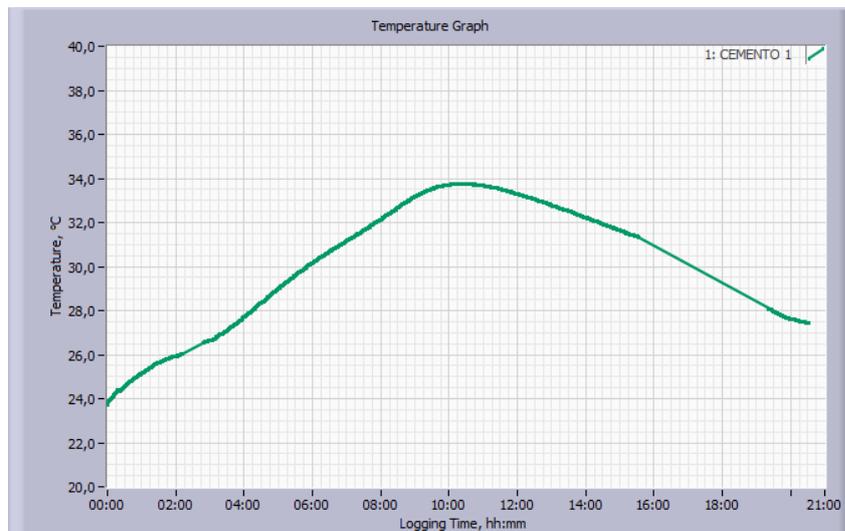


Figura 3.2 Curva Semiadiabáticas de temperatura de hidratación del Mortero de cemento 1 (Holcim Heat, ThermoCal)

La densidad que obtuvo el mortero del cemento 1 es de 2170.44 kg/m³

Los valores de resistencia a la tracción que se obtuvo a 7 y 28 días (Apéndice E), el promedio de las resistencias a la tracción alcanzadas es de 0.33 MPa (Figura 3.3), dicho valor supera al establecido en la Norma Chilena NCh 2256, quien establece que a los 28 días la resistencia a la tracción debe ser de 0.2 MPa.

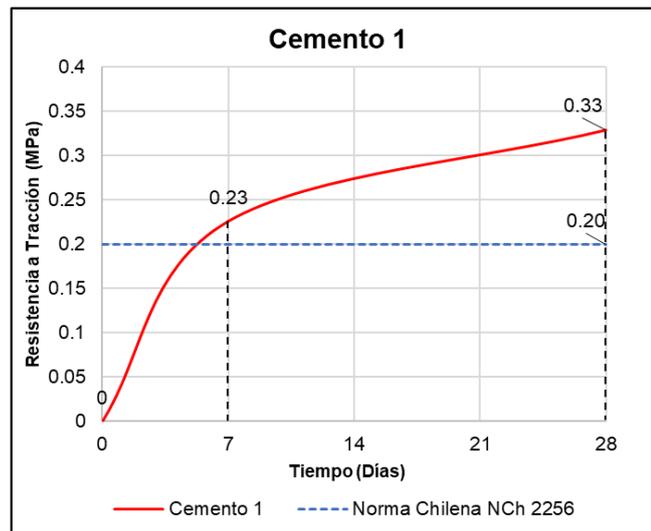


Figura 3.3. Resistencia a la Tracción del Mortero de Cemento 1 (Autor)

Con los resultados obtenidos de las resistencias a la tracción y a la compresión, se generó una curva, en la cual se comprueba que, a mayor resistencia a la compresión, se tiene mayor resistencia a la tracción.

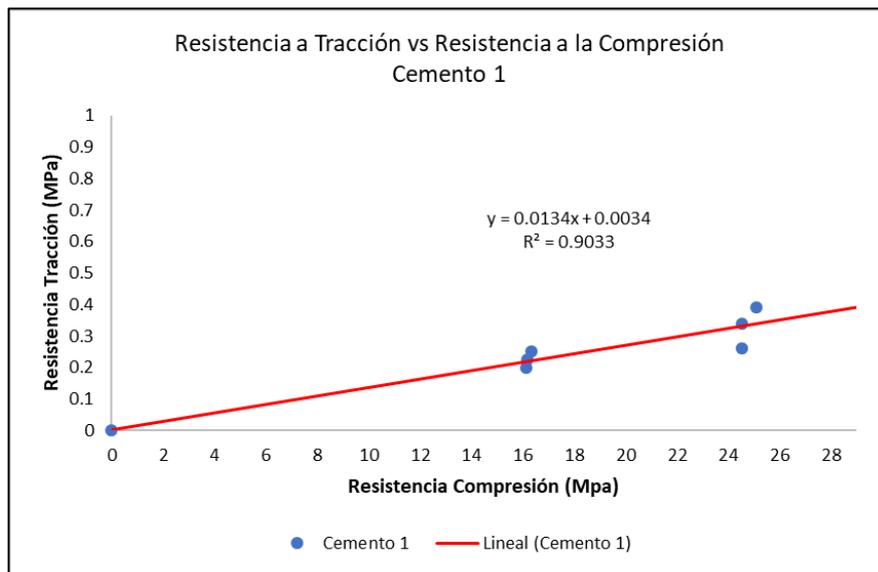


Figura 3.4 Resistencia a la Tracción vs Resistencia a la Compresión Mortero de Cemento 1 (Autor)

El coeficiente de determinación o de correlación R^2 (Figura 3.4) permite hacer predicciones sobre el crecimiento o la variación que tienen los datos de resistencias, tiene un valor de 0.9033 para los valores del Mortero de Cemento 1. Al resolver la ecuación 3.1 de la línea de tendencia del Mortero de Cemento 1

$$y = 0.0134(x) + 0.0034 \quad (3.1)$$

Se generó una correlación entre la Resistencia a Tracción y Resistencia a la Compresión donde los valores de Resistencia a la Tracción es 1.4% del Valor de la Compresión.

3.2 Resultados y Análisis de Mortero de Cemento 2

Se realizó la rotura de los cubos de morteros programados a 3, 7 y 28 días (Ver Apéndice C), la resistencia obtenida a los 28 días fue de 24.34 MPa como lo muestra la Figura 3.5, este dato obtenido supera al establecido en la normativa NTE INEN 2518 cuyo valor mínimo de resistencia es de 5.2 MPa a 28 días.

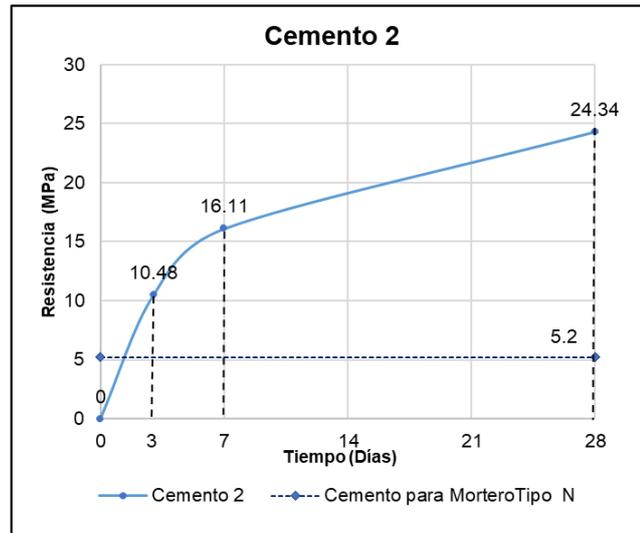


Figura 3.5 Rotura de Cubos de Mortero del Cemento 2 (Autor)

El tiempo de inicio de fraguado empieza a las 03:47 y termina a las 05:46 (Apéndice D), dando un tiempo total de fraguado de 01:59, la Figura 3.6 muestra la curva semiadiabáticas desarrollada por el mortero del cemento 2.

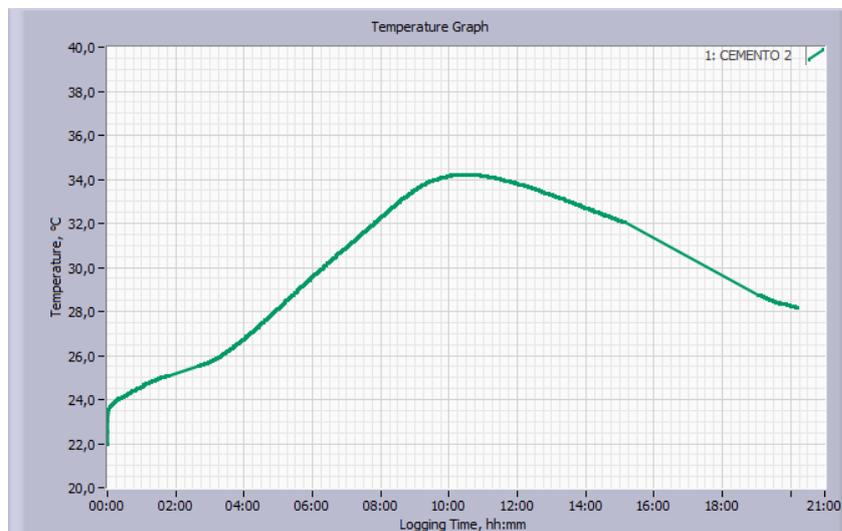


Figura 3.6 Curva Semiadiabáticas de temperatura de hidratación del Mortero de cemento 2 (Holcim Heat, ThermoCal)

La densidad que obtuvo el mortero del cemento 2 es de 2168.81 kg/m³

Los valores de resistencia a la tracción que se obtuvo a 7 y 28 días (Apéndice E), el promedio de las resistencias a la tracción alcanzadas es de 0.27 MPa (Figura 3.7), dicho valor supera al establecido en la Norma Chilena NCh 2256, quien establece que a los 28 días la resistencia a la tracción debe ser de 0.2 MPa.

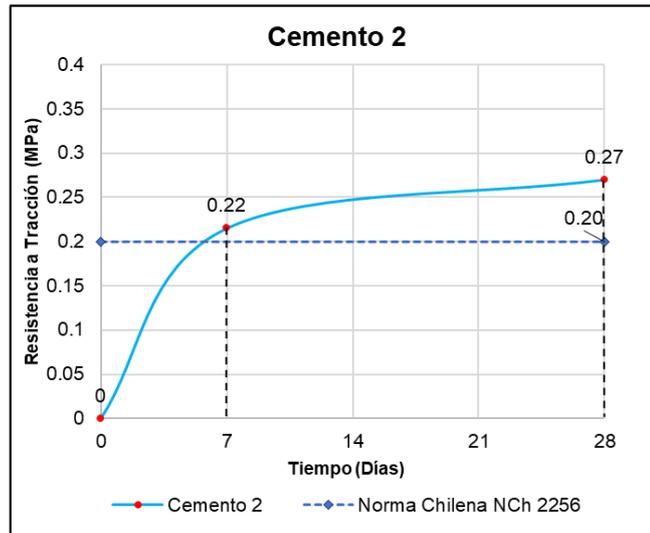


Figura 3.7. Resistencia a la Tracción del Mortero de Cemento 2 (Autor)

Con los resultados obtenidos de las resistencias a la tracción y a la compresión, se generó una curva, en la cual se comprueba que, a mayor resistencia a la compresión, se tiene mayor resistencia a la tracción.

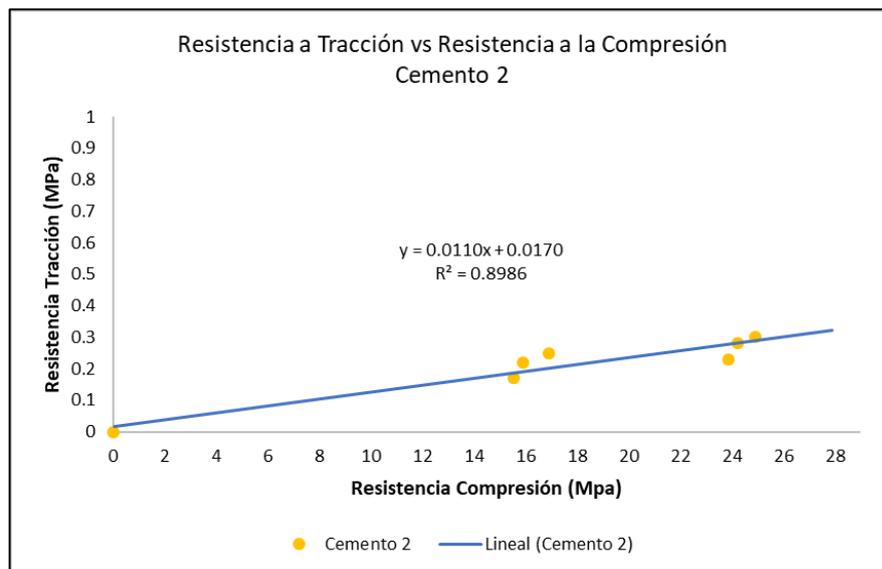


Figura 3.8 Resistencia a la Tracción vs Resistencia a la Compresión Mortero de Cemento 2 (Autor)

El coeficiente de determinación o de correlación R^2 (Figura 3.8) permite hacer predicciones sobre el crecimiento o la variación que tienen los datos de resistencias, tiene un valor de 0.8986 para los valores del Mortero de Cemento 2. Al resolver la ecuación 3.2 de la línea de tendencia del Mortero de Cemento 2

$$y = 0.0110(x) + 0.0170 \quad (3.2)$$

Se generó una correlación entre la Resistencia a Tracción y Resistencia a la Compresión donde los valores de Resistencia a la Tracción es 1.2% del Valor de la Compresión.

3.3 Resultados y Análisis de Mortero de Cemento 3

Se realizó la rotura de los cubos de morteros programados a 3, 7 y 28 días (Ver Apéndice C), la resistencia obtenida a los 28 días fue de 21.33 MPa como lo muestra la Figura 3.9, este dato obtenido supera al establecido en la normativa NTE INEN 2518 cuyo valor mínimo de resistencia es de 5.2 MPa a 28 días.

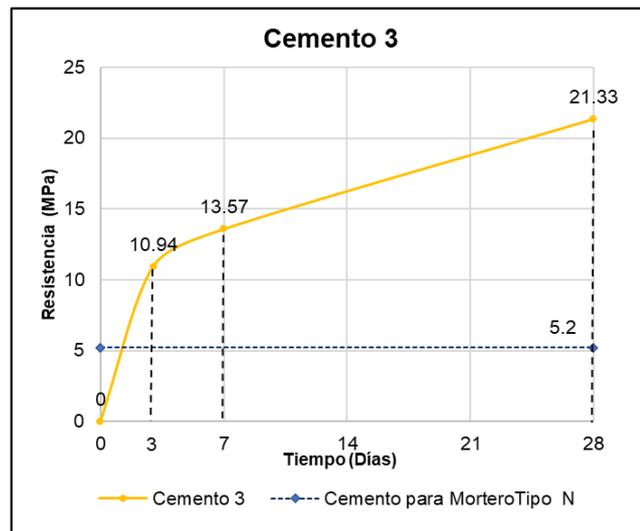


Figura 3.9 Rotura de Cubos de Mortero del Cemento 3 (Autor)

El tiempo de inicio de fraguado empieza a las 04:02 y termina a las 05:46 (Apéndice D), dando un tiempo total de fraguado de 01:58, la Figura 3.10 muestra la curva semiadiabáticas desarrollada por el mortero del cemento 3.

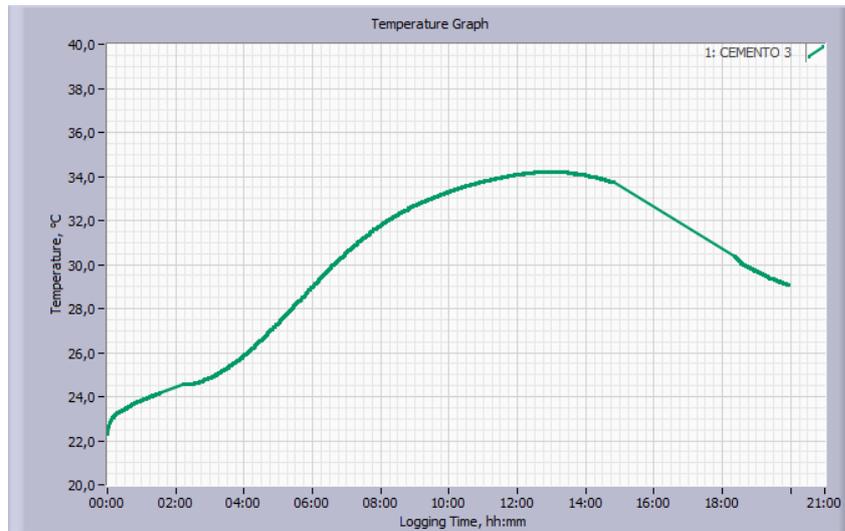


Figura 3.10 Curva Semiadiabáticas de temperatura de hidratación del Mortero de cemento 3 (Holcim Heat, ThermoCal)

La densidad que obtuvo el mortero del cemento 3 es de 2158.44 kg/m³

Los valores de resistencia a la tracción que se obtuvo a 7 y 28 días (Apéndice E), el promedio de las resistencias a la tracción alcanzadas es de 0.53 MPa (Figura 3.3), dicho valor supera al establecido en la Norma Chilena NCh 2256, quien establece que a los 28 días la resistencia a la tracción debe ser de 0.2 MPa.

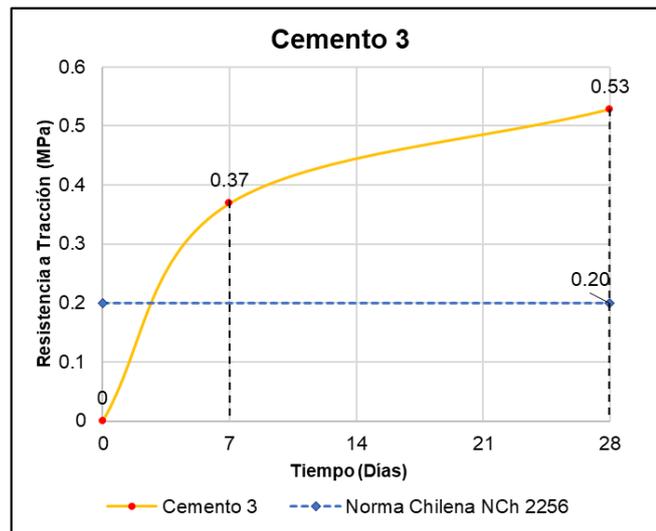


Figura 3.11. Resistencia a la Tracción del Mortero de Cemento 3 (Autor)

Con los resultados obtenidos de las resistencias a la tracción y a la compresión, se generó una curva, en la cual se comprueba que, a mayor resistencia a la compresión, se tiene mayor resistencia a la tracción.

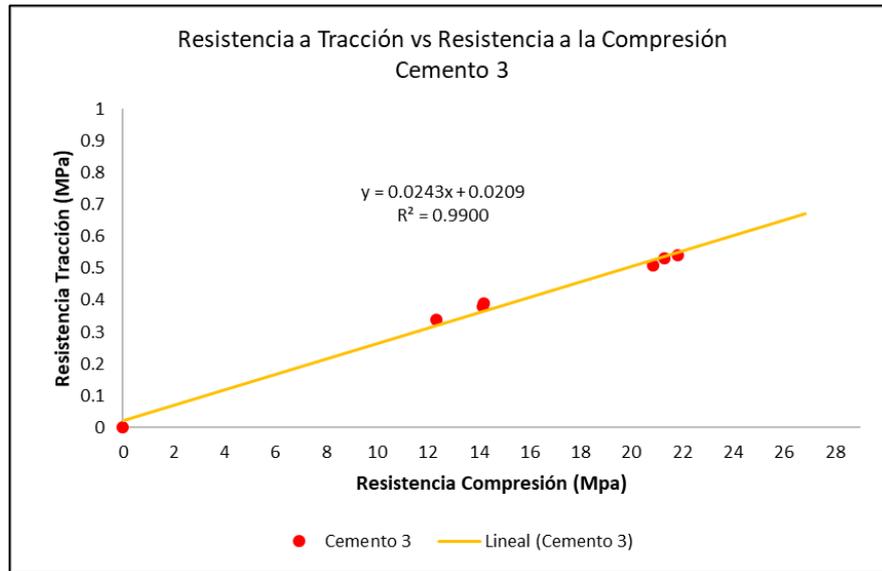


Figura 3.12 Resistencia a la Tracción vs Resistencia a la Compresión Mortero de Cemento 3 (Autor)

El coeficiente de determinación o de correlación R^2 (Figura 3.12) permite hacer predicciones sobre el crecimiento o la variación que tienen los datos de resistencias, tiene un valor de 0.9900 para los valores del Mortero de Cemento 3. Al resolver la ecuación 3.3 de la línea de tendencia del Mortero de Cemento 3

$$y = 0.0243(x) + 0.0209 \quad (3.3)$$

Se generó una correlación entre la Resistencia a Tracción y Resistencia a la Compresión donde los valores de Resistencia a la Tracción es 2.6% del Valor de la Compresión.

3.4 Resultados y Análisis de Mortero de Cemento 4

Se realizó la rotura de los cubos de morteros programados a 3, 7 y 28 días (Ver Apéndice C), la resistencia obtenida a los 28 días fue de 30.18 MPa como lo muestra la Figura 3.13, este dato obtenido supera al establecido en la normativa NTE INEN 2518 cuyo valor mínimo de resistencia es de 5.2 MPa a 28 días.

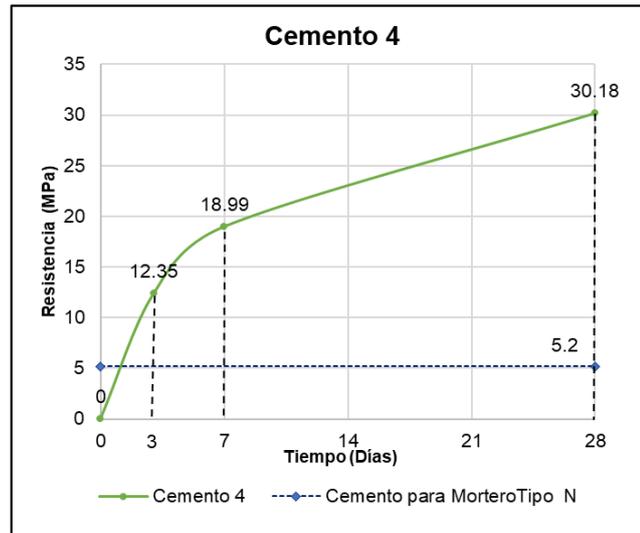


Figura 3.13 Rotura de Cubos de Mortero del Cemento 4 (Autor)

El tiempo de inicio de fraguado empieza a las 03:53 y termina a las 05:45 (Apéndice D), dando un tiempo total de fraguado de 01:52, la Figura 3.14 muestra la curva semiadiabáticas desarrollada por el mortero del cemento 4.

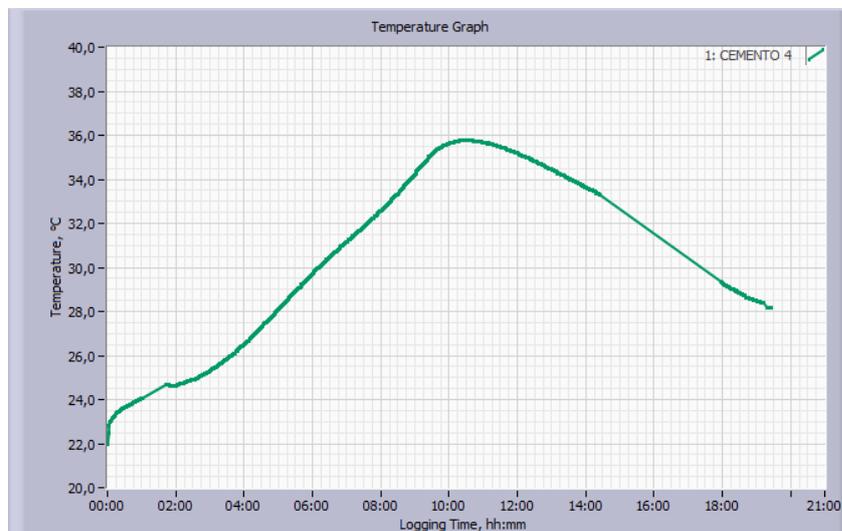


Figura 3.14 Curva Semiadiabáticas de temperatura de hidratación del Mortero de cemento 4 (Holcim Heat, ThermoCal)

La densidad que obtuvo el mortero del cemento 4 es de 2177.54 kg/m³

Los valores de resistencia a la tracción que se obtuvo a 7 y 28 días (Apéndice E), el promedio de las resistencias a la tracción alcanzadas es de 0.47 MPa (Figura 3.15), dicho valor supera al establecido en la Norma Chilena NCh 2256, quien establece que a los 28 días la resistencia a la tracción debe ser de 0.2 MPa.

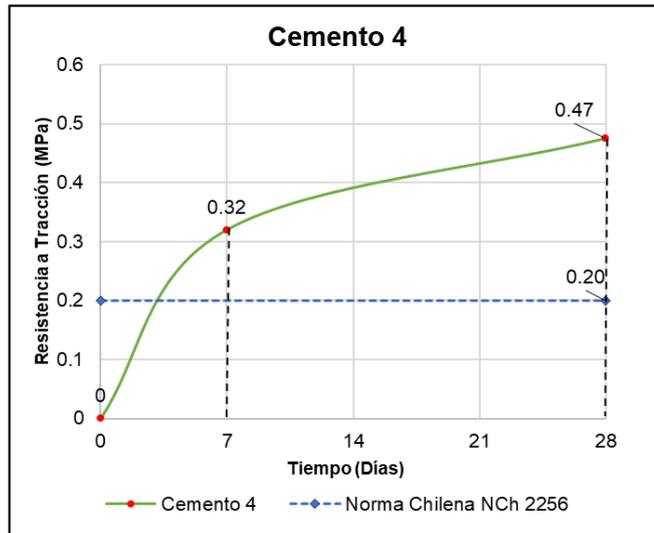


Figura 3.15. Resistencia a la Tracción del Mortero de Cemento 4 (Autor)

Con los resultados obtenidos de las resistencias a la tracción y a la compresión, se generó una curva, en la cual se comprueba que, a mayor resistencia a la compresión, se tiene mayor resistencia a la tracción.

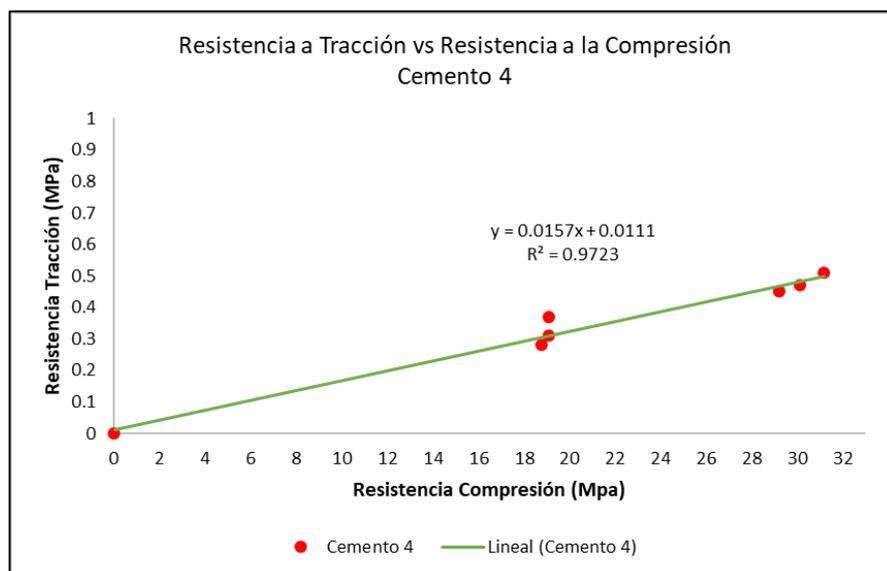


Figura 3.16 Resistencia a la Tracción vs Resistencia a la Compresión Mortero de Cemento 4 (Autor)

El coeficiente de determinación o de correlación R^2 (Figura 3.16) permite hacer predicciones sobre el crecimiento o la variación que tienen los datos de resistencias, tiene un valor de 0.9723 para los valores del Mortero de Cemento 4. Al resolver la ecuación 3.4 de la línea de tendencia del Mortero de Cemento 4

$$y = 0.0157(x) + 0.0111 \quad (3.4)$$

Se generó una correlación entre la Resistencia a Tracción y Resistencia a la Compresión donde los valores de Resistencia a la Tracción es 1.6% del Valor de la Compresión.

3.5 Resultados y Análisis de Mortero de Cemento 5

Se realizó la rotura de los cubos de morteros programados a 3, 7 y 28 días (Ver Apéndice C), la resistencia obtenida a los 28 días fue de 29.45 MPa como lo muestra la Figura 3.17, este dato obtenido supera al establecido en la normativa NTE INEN 2518 cuyo valor mínimo de resistencia es de 5.2 MPa a 28 días.

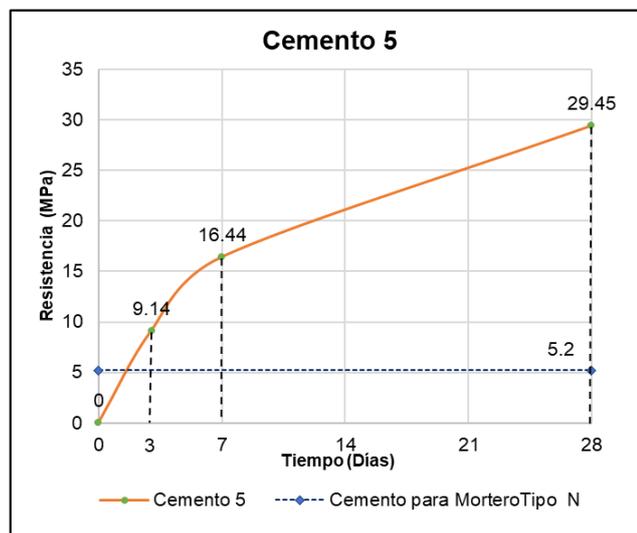


Figura 3.17 Rotura de Cubos de Mortero del Cemento 5 (Autor)

El tiempo de inicio de fraguado empieza a las 04:19 y termina a las 06:27 (Apéndice D), dando un tiempo total de fraguado de 02:08, la Figura 3.18 muestra la curva semiadiabáticas desarrollada por el mortero del cemento 5.

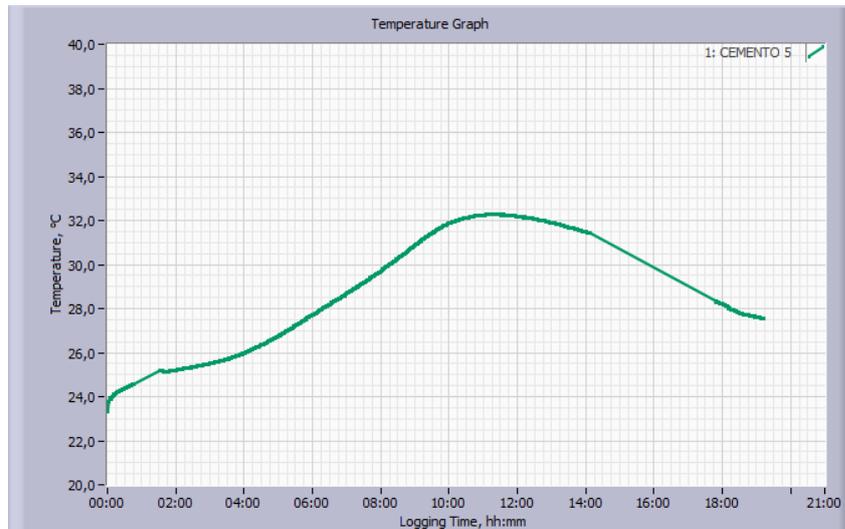


Figura 3.18 Curva Semiadiabáticas de temperatura de hidratación del Mortero de cemento 5 (Holcim Heat, ThermoCal)

La densidad que obtuvo el mortero del cemento 5 es de 2173.55 kg/m³

Los valores de resistencia a la tracción que se obtuvo a 7 y 28 días (Apéndice E), el promedio de las resistencias a la tracción alcanzadas es de 0.28 MPa (Figura 3.19), dicho valor supera al establecido en la Norma Chilena NCh 2256, quien establece que a los 28 días la resistencia a la tracción debe ser de 0.2 MPa.

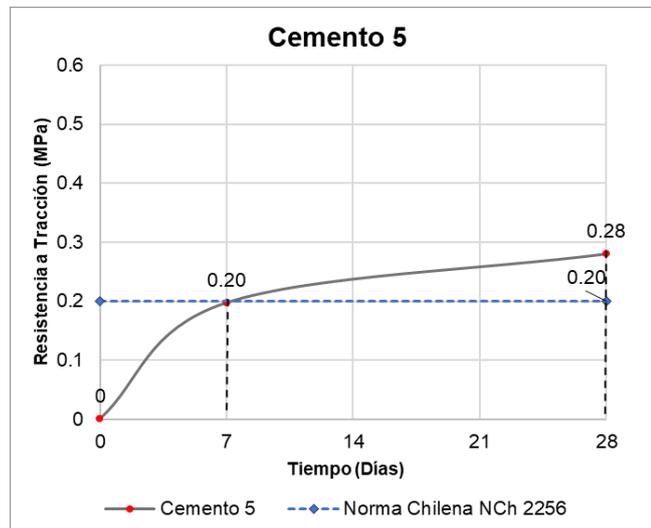


Figura 3.19. Resistencia a la Tracción del Mortero de Cemento 5 (Autor)

Con los resultados obtenidos de las resistencias a la tracción y a la compresión, se generó una curva, en la cual se comprueba que, a mayor resistencia a la compresión, se tiene mayor resistencia a la tracción.

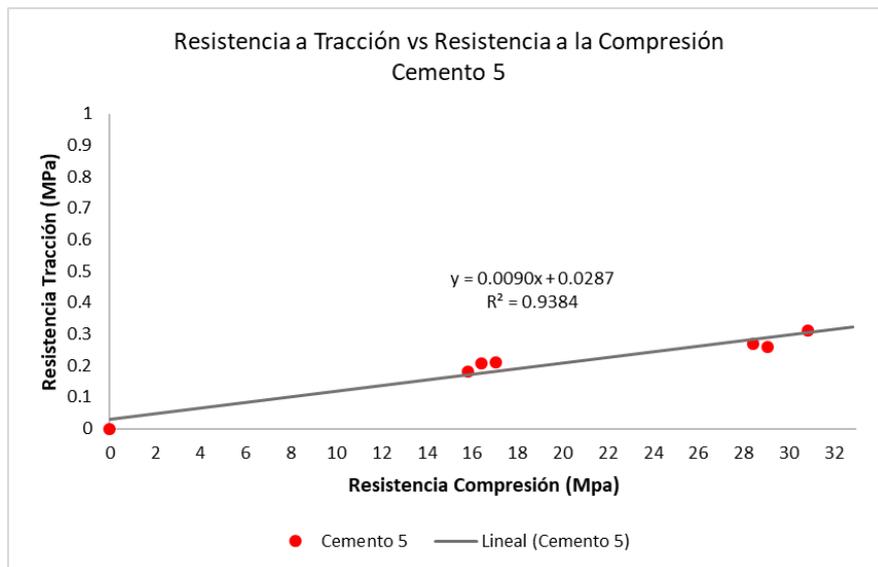


Figura 3.20 Resistencia a la Tracción vs Resistencia a la Compresión Mortero de Cemento 5 (Autor)

El coeficiente de determinación o de correlación R^2 (Figura 3.20) permite hacer predicciones sobre el crecimiento o la variación que tienen los datos de resistencias, tiene un valor de 0.9384 para los valores del Mortero de Cemento 5. Al resolver la ecuación 3.5 de la línea de tendencia del Mortero de Cemento 5

$$y = 0.0090(x) + 0.0287 \quad (3.5)$$

Se generó una correlación entre la Resistencia a Tracción y Resistencia a la Compresión donde los valores de Resistencia a la Tracción es 1.1% del Valor de la Compresión.

3.6 Análisis General

La Figura 3.21 muestra el desarrollo de temperatura de todos los morteros realizados con los distintos cementos, se pudo observar que cada mortero elaborado tiene un progreso diferente en el tiempo de fraguado, esto se debe a la relación a/c empleado en la elaboración de cada uno, y de las propiedades químicas que poseen cada cemento evaluado.

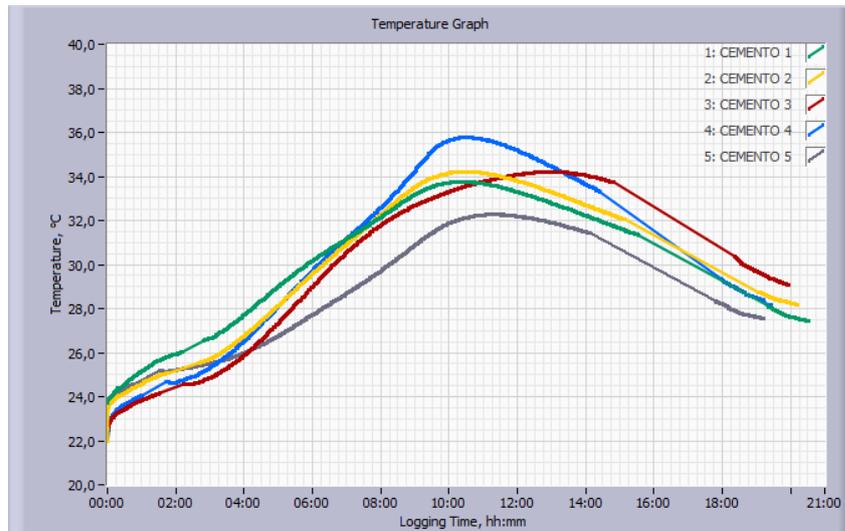


Figura 3.21 Curva Semiadiabáticas de temperatura de hidratación (Holcim Heat, ThermoCal)

Se analizó los valores obtenidos de las resistencias a la compresión de los morteros elaborados con los diferentes tipos de morteros mostrados en la Figura 3.22 en donde se observó que el mortero de cemento 4 tiene la resistencia más alta a compresión a los 28 días.

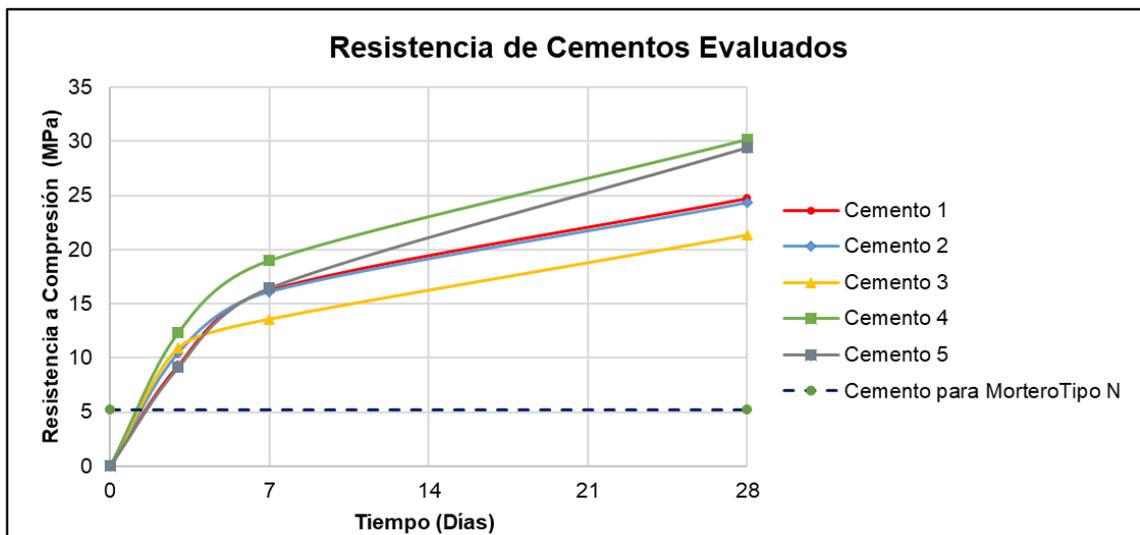


Figura 3.22. Resistencia a la Compresión de todos los Mortero de Cementos Evaluados (Autor)

La Figura 3.23 muestra los resultados de la Resistencia a Tracción de los morteros con los distintos cementos en donde el mortero de cemento 3, presenta la mayor resistencia a la tracción a los 28 días, en comparación con los demás morteros de cementos evaluados.

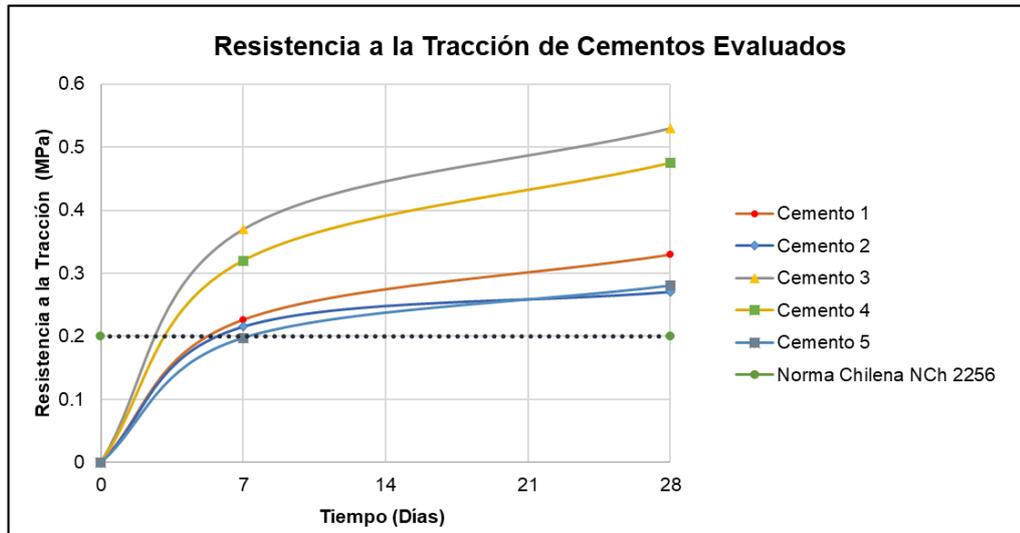


Figura 3.23. Resistencia a la Tracción de todos los Mortero de Cementos Evaluados (Autor)

Se realizo un análisis de resistencia a la compresión y a la tracción de los morteros de cementos asociados por cada normativa, teniendo los siguientes resultados.

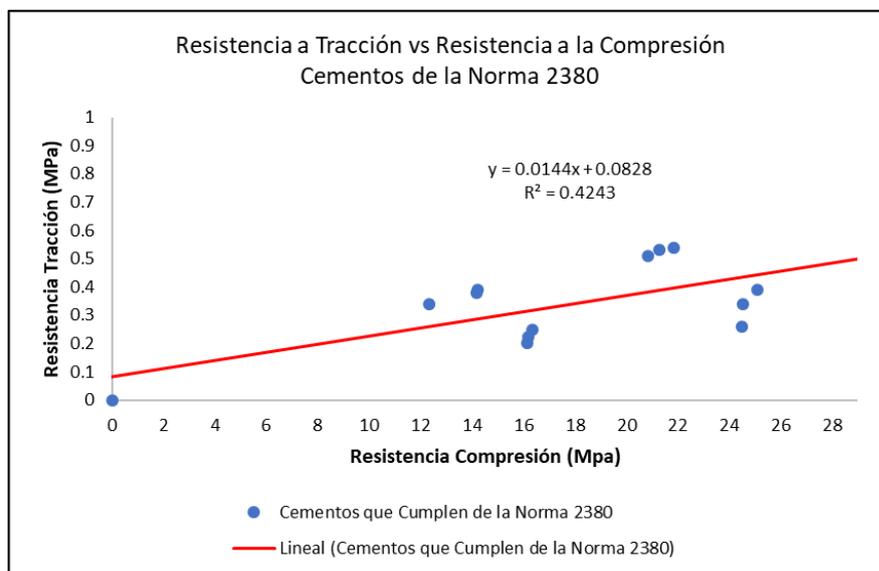


Figura 3.24 Resistencia a la Tracción vs Resistencia a la Compresión de Morteros de Cementos de la Norma 2380 (Autor)

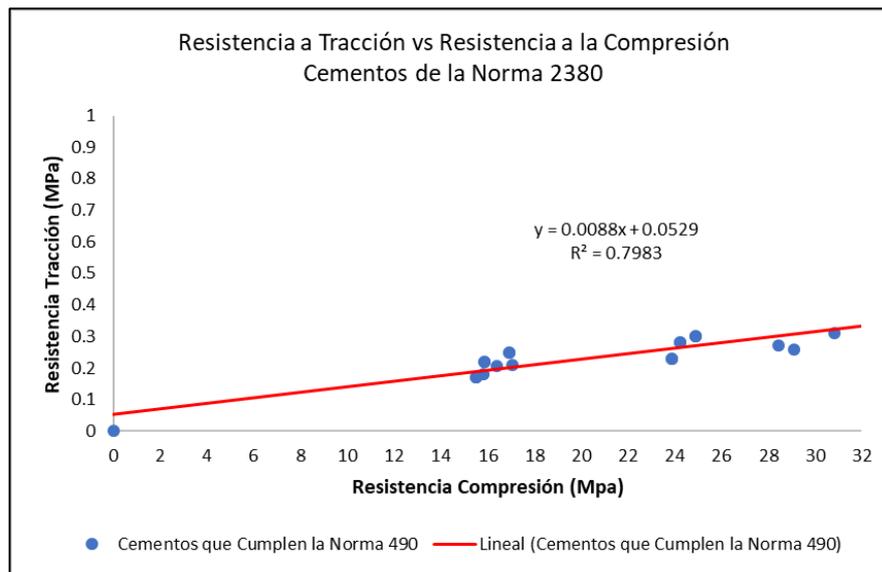


Figura 3.25 Resistencia a la Tracción vs Resistencia a la Compresión de Morteros de Cementos de la Norma 490 (Autor)

La Figura 3.24 muestra a los Mortero de Cementos 1 y 3, los cuales según sus fichas técnicas (Apéndice A), cumplen con la normativa NTE INEN 2380, sin embargo, al momento de buscar una correlación entre ellos no es posible realizarlo, debido que sus valores difieren entre ellos y el coeficiente de correlación R^2 es muy bajo, demostrando que no hay correlación entre ellos.

La Figura 3.25 muestra a los Mortero de Cementos 2,4 y 5 evaluados, que según su ficha técnica (Apéndice A), cumplen con la norma NTE INEN 490, en donde se puede observar que presentan una ligera correlación entre los valores de resistencia a la compresión con los valores de resistencia a la tracción, sin embargo el coeficiente de terminación o de correlación R^2 es bajo en relación a los coeficientes de correlación de cada Mortero de cemento.

Las correlaciones obtenidas entre las Resistencia a la Tracción y la Resistencia a la Compresión por cada mortero evaluado se muestran resumidas en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Valores de Correlación (Autor)

MORTERO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN
Cemento 1	1.4 de la Resistencia a la Compresión
Cemento 2	1.2 de la Resistencia a la Compresión
Cemento 3	2.6 de la Resistencia a la Compresión
Cemento 4	1.6 de la Resistencia a la Compresión
Cemento 5	1.1 de la Resistencia a la Compresión

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE COSTOS Y MEDIDAS AMBIENTALES

4.1 Análisis de Costos

Se realizó un Análisis de Precios Unitario (APU), de un rubro llamado enlucido, en el cual se calcula el costo por m² de enlucido en pared, este análisis de lo estimó utilizando el costo del cemento cuya resistencia a la Tracción fue mayor (Tabla 4.1), posteriormente se realizó un segundo análisis en donde se utilizan los datos optimizados para un m² de enlucido.

Tabla 4.1 Análisis de Precio Unitario de Enlucido con Cemento 3 (Autor)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ID Rubro:	1.1.1	Unidad	m2		
Detalle:	Enlucido de Vivienda				
Rendimiento:	3.5	Unidades/hora	0.286	Horas/unid	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales	% MO	5 % MO			0.26
Andamio	Hora	1.00	0.60	0.286	0.17
TAL EQUIPOS (EQ.)					0.43
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Enlucidor	2.00	3.62	7.24	0.286	2.07
Albañil	1.00	3.62	3.62	0.286	1.03
Peón	1.00	3.58	3.58	0.286	1.02
Maestro de Obra	1.00	4.01	4.01	0.286	1.15
MANO DE OBRA (MO)					5.27
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cemento 3	saco	0.1088	7.10	0.77	
Arena Fina	m3	0.0055	13.00	0.07	
Agua	m3	0.0032	2.00	0.01	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					0.85
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	6.5562	
GASTOS GENERALES(GG)		6.00%	x (CD)	0.3934	
UTILIDAD (UT)		4.00%	x (CD)	0.2622	
OTROS INDIRECTOS (OI)		10.00%	x (CD)	0.6556	
COSTO TOTAL DEL RUBRO			GG+UT+OI+CD	7.8674	
VALOR OFERTADO				7.87	

En la tesis de grado de la Arquitecta Karina Prado llamada “Diseño de un edificio sustentable para la Gobernación de la provincia de Santa Elena, 2015” establece que se utilizaran 2140.2 m² de enlucido en la parte exterior (Prado Ordoñez, 2015). Como se aprecia en la Tabla 4.1 el costo por m² es de \$7.87 dólares, utilizando la cantidad establecida previamente en la dosificación del Mortero de cemento 3, al multiplicar esta cantidad por los m² de enlucido en exterior del edificio de Gobernación de la provincia de Santa Elena, el costo total del enlucido exterior sería de \$16843.37 dólares americanos.

Como los valores de las resistencias a compresión y a tracción superan a los valores establecidos en la normas respectivas, se puede asumir que si se obtiene un mortero con relación 1:4 en volumen, se obtendría una resistencia alrededor de 16 MPa a compresión superando a los 5 MPa indicados en la norma NTE INEN 2518, y utilizando el valor de correlación obtenido previamente de 2.6% al valor de Compresión, el valor de la Resistencia a Tracción sería de 0.39 MPa a 28 días, superando al valore establecido por la normativa chilena NCh 2256.

Con la nueva dosificación se realizó un segundo Análisis de Precios Unitarios que se muestra en la Tabla 4.2 en donde el costo por m² es de \$7.79 al multiplicar esta cantidad por los m² de enlucido en exterior del edificio de Gobernación de la provincia de Santa Elena, el costo total del enlucido exterior sería de \$16672.16 dólares americanos.

Al realizar el segundo APU, este presenta un valor menor con respecto del primero de \$171.21 dólares americanos, siendo un ahorro significativo para el inversionista de la obra.

Tabla 4.2 Análisis de Precio Unitario de Enlucido con Cemento 3 Mejorando la Dosificación (Autor)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ID Rubro:	1.1.1	Unidad	m2		
Detalle:	Enlucido de Vivienda				
Rendimiento:	3.5	Unidades/hora	0.286	Horas/unid	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales	% MO	5 % MO			0.26
Andamio	Hora	1.00	0.60	0.286	0.17
TAL EQUIPOS (EQ.)					0.43
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Enlucidor	2.00	3.62	7.24	0.286	2.07
Albañil	1.00	3.62	3.62	0.286	1.03
Peón	1.00	3.58	3.58	0.286	1.02
Maestro de Obra	1.00	4.01	4.01	0.286	1.15
MANO DE OBRA (MO)					5.27
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cemento 3	saco	0.0921	7.10	0.65	
Arena Fina	m3	0.0062	13.00	0.08	
Agua	m3	0.0270	2.00	0.05	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					0.79
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					
COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	6.4939	
GASTOS GENERALES(GG)		6.00%	x (CD)	0.3896	
UTILIDAD (UT)		4.00%	x (CD)	0.2598	
OTROS INDIRECTOS (OI)		10.00%	x (CD)	0.6494	
COSTO TOTAL DEL RUBRO			GG+UT+OI+CD	7.7927	
VALOR OFERTADO				7.79	

4.2 Medidas Ambientales

Mediante lo señalado en el SUIA el proyecto corresponde a un Certificado Ambiental (Figura 4.1), adicionalmente se presenta una ficha ambiental con los datos más relevantes del proyecto.

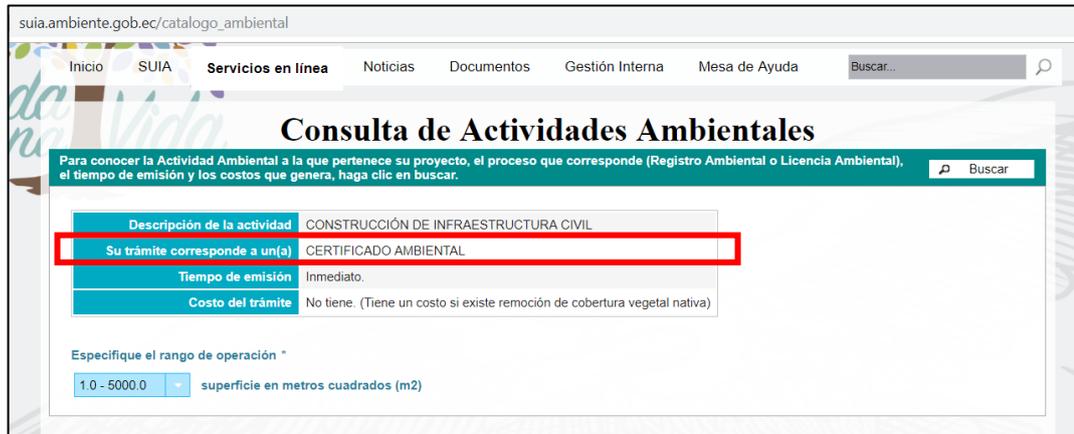


Figura 4.1 Consulta de Actividad Ambiental (SUIA, s.f.)

FICHA AMBIENTAL

TRAMITE(suia)	Certificado Ambiental
FECHA	14/08/2019
PROPONENTE	Holcim Ecuador S.A.
ENTE RESPONSABLE	Escuela Superior Politécnica del Litoral

Ficha Ambiental 1. <u>Información del proyecto</u> 2. Datos generales	1. INFORMACION DEL PROYECTO	
	1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Fases y nombre proyecto)	
	Evaluación de la Adherencia de Morteros a Bloques de Mampostería	
	1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)	
	Código de catalogo	Construcción de Infraestructura Civil en general, contratación general y lotización.
	23.3	
1.3 RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)		
El presente proyecto integrador tiene como perspectiva principal evaluar la adherencia de morteros a bloques de mampostería utilizando cinco tipos de cementos con una clase de arena de la ciudad de Guayaquil.		



Ficha Ambiental 1. <u>Información del proyecto</u> 2. <u>Datos generales</u>	1. DATOS GENERALES										
	SISTEMA DE COORDENADAS (WGS-84)										
	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD (msnm)								
	618441.54	9757764.08	4.02								
	618448.17	9757756.63									
	618462.48	9757769.47									
	618455.34	9757776.41									
	ESTADO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (FASE)										
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px; border: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Construcción</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Rehabilitación y/o Ampliación</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Operación y mantenimiento</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Cierre y Abandono</td> </tr> </table>			<input type="checkbox"/>	Construcción	<input type="checkbox"/>	Rehabilitación y/o Ampliación	<input checked="" type="checkbox"/>	Operación y mantenimiento	<input type="checkbox"/>	Cierre y Abandono
	<input type="checkbox"/>	Construcción									
<input type="checkbox"/>	Rehabilitación y/o Ampliación										
<input checked="" type="checkbox"/>	Operación y mantenimiento										
<input type="checkbox"/>	Cierre y Abandono										
DIRECCION DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD											
Urbanización San Eduardo I, Av. Barcelona.											
PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA									
Guayas	Guayaquil	Tarqui									
TIPO DE ZONA											
Urbana	<input checked="" type="checkbox"/>										
Rural	<input type="checkbox"/>										

Ficha Ambiental	DATOS DEL PROMOTOR	
	NOMBRE	
	Holcim Ecuador S.A.	
	CORREO ELECTRONICO DEL PROMOTOR	TELEFONO/CELULAR

1. <u>Información del proyecto</u> 2. Datos generales	info.holcim-ecu@holcim.com		1700-Holcim (465246)					
	DOMICILIO DEL PROMOTOR							
Urbanización San Eduardo I, Av. Barcelona.								
CARACTERISTICAS DE LA ZONA								
Infraestructura:								
<table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Industrial</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>Otros: Actividades de Resistencia de Materiales en Laboratorio del Centro de Innovación Holcim</td> </tr> </table>					<input type="checkbox"/>	Industrial	X	Otros: Actividades de Resistencia de Materiales en Laboratorio del Centro de Innovación Holcim
<input type="checkbox"/>	Industrial							
X	Otros: Actividades de Resistencia de Materiales en Laboratorio del Centro de Innovación Holcim							
DESCRIPCION DE LA ZONA								
Zona Urbanística Industrial, presencia de ciudadelas y de empresas de la Construcción.								
ESPACIO FISICO DEL PROYECTO								
Área del proyecto (m ²)		192		Área de implantación (m ²)	192			
Agua potable	X	SI		NO	Consumo de agua por mes (m ³)	0.08		
Energía eléctrica		SI	X	NO	Consumo energía eléctrica por mes (Kw/h)	X		
Acceso vehicular	X	SI		NO	Tipo de vías:	Vías Principales	X	
Alcantarillado	X	SI		NO		Vías Secundarias		

En base a lo analizado se realizó las recomendaciones al momento de estar en obra y enlucir las paredes, siguiendo lo descrito en las Guías de Buenas Prácticas Ambientales se recopiló las siguientes indicaciones:

- Realizar una inspección visual en el lugar donde se procederá a enlucir
- Mantener un orden y limpieza de la zona a trabajar
- Proteger de la intemperie los materiales a utilizar
- Calcular correctamente la cantidad de la materia prima a utilizar, con el fin de evitar la mayor cantidad de residuos de mortero.
- Aprovechar al máximo los materiales, logrando que sean de usos múltiples.
- Utilizar en todo momento los equipos de protección personal, pues son esenciales para evitar algún daño al trabajador.

- Proteger de la intemperie y del suelo a los sacos de cemento a utilizar.
- Apilar los materiales de forma ordenada, para evitar que sufran roturas de sus envases.
- Revisar siempre la fecha de elaboración de los cementos a utilizar.
- No verter restos de mortero con aguas limpias en el desagüe o alcantarillado, peor depositarlos en el suelo.
- Evitar en lo más posible la emisión de partículas de cemento y polvo.
- Racionar y utilizar la cantidad exacta de agua al momento de preparar el mortero para enlucido, evitando el desaprovechamiento de este líquido vital.
- Reutilizar en lo más posible el agua a utilizar.
- No deben contener fuga los tachos utilizados para el almacenamiento de Agua.
- Evitar en lo posible el vertido de agua que contenga cemento al suelo.

Todas estas recomendaciones se encuentran en la Guía de Buenas Prácticas Ambientales. (SUIA, s.f.)

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Se determinaron las correlaciones entre resistencia a la tracción vs resistencia a la compresión de cada mortero de cemento evaluado, siendo el mortero de cemento 3 el que obtuvo el mayor valor a porcentaje de correlación.
2. Cuando se determinó el porcentaje de flujo establecido por el cliente se obtuvieron varios tipos de relaciones agua cemento, siendo la más baja la del mortero de cemento 4, con una relación de 0.55 a/c , y el mortero de cemento 2 tiene la relación más alta de 0.62 a/c, estas relaciones son corroborados en conjunto con los valores de resistencias obtenidos.
3. Los valores obtenidos de las resistencias de los especímenes ensayados muestran que el mortero de cemento 4 tiene la mayor cantidad de resistencia a la compresión, y esto concuerda con la baja relación a/c que posee el mortero, el mortero de cemento 3 presenta la resistencia más baja a compresión, aun cuando la relación a/c es de 0.60, sus componentes químicos producen que el mortero realizado con el mortero de cemento 3 tenga resistencias a la compresión bajas.
4. El mortero de cemento 3 presenta la mayor resistencia a la tracción, siendo su valor de 0.53 MPa, dicho valor está por encima de lo establecido en la norma chilena NCh 2256, en donde establece que la mínima resistencia a la tracción que debe tener el mortero es de 0.2MPa.
5. Las correlaciones por cada mortero evaluado difieren entre sí, eso se debe a la relación a/c, a tipo de normativa que cumplen, y a los valores de resistencia a la compresión y tracción obtenidos.
6. No se pudo formar una curva de resistencia a la tracción vs resistencia a la compresión a los morteros de cementos que cumplen la norma NTE INEN 2380

aun cuando estos cementos cumplen la normativa, sus resultados difieren mucho el uno con el otro, tanto en valores de compresión y valores a tracción de estos, esto se debe a que su composición química varía uno del otro.

7. Se determinó la curva de resistencia a la tracción vs resistencia a la compresión a los morteros de cementos que cumplen la norma NTE INEN 490 aun cuando estos cementos cumplen la normativa, sus resultados difieren y no se logra obtener una correlación clara de sus resultados, puesto que los valores de compresión y valores a tracción de estos no conforman la correlación.
8. Se determinó que el mortero de cemento 1 tiene mayor tiempo de fraguado, es decir permite tener un mayor tiempo para la trabajabilidad del mortero en enlucido, permitiendo que tenga un mayor tiempo de aplicación en obra.
9. Con este análisis mi cliente podrá fabricar un cemento que cumpla con las normativas de enlucidos, para luego ser comparado con los resultados obtenidos en esta evaluación realizada a los cementos comercializados en el país.

5.2 Recomendaciones

- Al momento de realizar las perforaciones a los bloques para obtener los especímenes, es necesario realizarlo con todos los equipos de protección personal, además de realizarlo en un lugar aislado, para evitar que las demás personas se afecten por el ruido ocasionado.
- Durante el desarrollo de todos los ensayos es indispensable mantener las temperaturas ambientales controladas, debido que estas pequeñas alteraciones pueden producir variaciones en los resultados obtenidos.
- Cuando se desarrolle la etapa 2, en especial en los ensayos de la determinación del flujo y la preparación del mortero es necesario realizarlo con un tiempo cronometrado, es muy importante el control del tiempo durante esta etapa.

- Para evitar las variaciones con el tipo de agregado a utilizar es importante contar con una gran cantidad de muestra del agregado de la misma fuente, el cual será utilizado durante todo el periodo de evaluación, debe tomarse en cuenta los valores de humedades y de absorción de estos, puesto que si la humedad del agregado fino varia, esto afectara directamente a su relación a/c afectando la demanda de agua previamente establecida.
- Utilizar durante todos los procesos de elaboración y ensayo de los especímenes los equipos de protección personal
- Seguir las recomendaciones descritas en las Medidas Ambientales, procurando cuidar al trabajador y al ambiente en donde se llevará la actividad de enlucir.
- Evitar el cambio de epóxico para pegar las pastillas al bloque a ser evaluado, puesto esto afectara directamente a los valores de resistencia a la tracción obtenidos.
- Utilizar un molde cuales medidas sean 1 cm menor a las dimensiones del bloque a evaluar, esto evitara que se dificulte el proceso de enlucido.
- Realizar una futura evaluación a los demás cementos comercializados en el país.

BIBLIOGRAFÍA

- ANROPEVI CÍA. LTDA. (2018). *Servicios Anropevi*. Recuperado el 2 de junio de 2019, de Arenera Anropevi: <http://www.anropevi.com>
- ASTM C1583. (enero de 2014). ASTM INTERNATIONAL. *STANDARD TEST METHOD FOR TENSILE STRENGTH OF CONCRETE SURFACES AND THE BOND STRENGTH OR TENSILE STRENGTH OF CONCRETE REPAIR AND OVERLAY MATERIALS BY DIRECT TENSION*. West Conshohocken, Pensilvania, EEUU.
- Astroza I, M., & Muñoz, M. (2008). ESTUDIO SOBRE LA RESISTENCIA DE ADHERENCIA DE LA. *XXXIII JORNADAS SUDAMERICANAS DE INGENIERIA ESTRUCTURAL*.
- Barrera, H., Faundez, D., & Luna, P. (2002). Norma Chilena. *Estudio de los Morteros de Pega según NCh2256/, bajo la óptica de la adherencia*. Chile.
- Beall, Christine. (1994). Los Tipos de Morteros para Mampostería. *Masonry Construction*, 54.
- BLOQCIM S.A. (06 de septiembre de 2017). *BLOQCIM S.A. CONSTRUYA PARA TODA LA VIDA*. Recuperado el 18 de mayo de 2019, de CATÁLOGO ONLINE DE PRODUCTOS BLOQCIM S.A.: <https://es.scribd.com/document/358211296/Bloqcin>
- Chiriboga Martínez, E. (2000). *Mortero para Enlucidos*. Guayaquil, Ecuador.
- Construmática. (2007). *CONSTRUPEDIA*. Recuperado el 1 de junio de 2019, de HORMIGÓN: PROPIEDADES: https://www.construmatica.com/construpedia/Hormig%c3%b3n:_Propiedades
- Garófalo Mero, A. C. (2015). *Evaluación Físico Química de los Cements a Partir de la Correlación de sus Propiedades Asociadas con la Producción de Hormigón*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- H. Schimitt. (1992). *Enciclopedia de la Construcción* (Cuarta Edición ed.). México.
- HOLCIM ECUADOR S.A. (2004). *DONDE ESTAMOS*. Recuperado el 15 de mayo de 2019, de Holcim Ecuador: <https://www.holcim.com.ec/donde-estamos>
- INEC. (septiembre de 2016). *ENCUESTA DE EDIFICACIONES*. Recuperado el 15 de mayo de 2019, de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-edificaciones-2015/>

- INEC. (septiembre de 2017). *ENCUESTA EDIFICACIONES*. Recuperado el 15 de mayo de 2019, de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-edificaciones-2016/>
- INEC. (octubre de 2018). *ENCUESTA DE EDIFICACIONES*. Recuperado el 15 de mayo de 2019, de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/edificaciones/>
- INECYC. (2015). *COMERCIALIZACIÓN ANUAL DE CEMENTO GRIS POR EMPRESA*. Recuperado el 15 de Mayo de 2019, de Instituto Ecuatoriano de la Construcción Conforme a Oficio N °MIPRO-SC-2011-0177-SC,,: <https://www.inecyc.org.ec/comercializacion-anual-de-cemento-gris-por-empresa/>
- INEN 1806. (junio de 2016). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. *CEMENTO PARA MAMPOSTERÍA. REQUIITOS, Segunda Revisión*. Quito, Ecuador.
- INEN 195. (julio de 2009). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. *CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE EN MORTEROS, Segunda Revisión*. Quito, Ecuador.
- INEN 198. (noviembre de 1987). NORMA TECNICA ECUATORIANA. *DETERMINACIÓN DE LA RESSITENCIA A LA FLEXIÓN Y A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS, Primera Revisión*. Quito, Ecuador.
- INEN 2380. (julio de 2011). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. *CEMENTO HIDRÁULICO. REQUISITOS DE DESEMPEÑO PARA CEMENTOS HIDRÁULICOS, Segunda Revisión*. Quito, Ecuador.
- INEN 2518. (enero de 2010). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. *MORTERO PARA UNIDADES DE MAMPOSTEÍA. REQUISITOS*. Quito, Ecuador.
- INEN 2536. (junio de 2010). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. *ÁRIDOS PARA USO EN MORTEROS PARA MAMPOSTERÍA. REQUISITOS*. Quito, Ecuador .
- INEN 2551. (mayo de 2011). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. *HORMIGÓN Y MORTERO. MATERIALES SECOS COMBINADOS, ENSACADOS PARA ELABORAR HORMIGÓN Y MORTERO. REQUISITOS*. Quito, Ecuador.
- INEN 2615. (abril de 2012). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. *CEMENTO PARA MORTERO. REQUISITOS*. Quito, Ecuador.
- INEN 3066. (noviembre de 2016). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. *BLOQUES DE HORMIGÓN. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO*. Quito , Ecuador.

- INEN 488. (julio de 2009). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. *CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS EN CUBOS DE 50 mm DE ARISTA.*, Segunda Revisión. Quito, Ecuador.
- INEN 490. (enero de 2011). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. *CEMENTOS HIDRÁULICOS COMPUESTOS. REQUISITOS*, Quinta Revisión. Quito, Ecuador.
- INEN 696. (mayo de 2011). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. *ÁRIDOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN LOS ÁRIDOS, FINO Y GRUESO.*, Primera Revisión. Quito, Ecuador.
- INEN 856. (diciembre de 2010). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. *ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO FINO*, Primera Revisión. Quito, Ecuador.
- NEC-SE-VIVIENDA. (diciembre de 2014). NORMA ECUATORIANA DE LA COSTRUCIÓN. *VIVIENDAS DE HASTA 2 PISOS CON LUCES DE HASTA 5 M.* Quito, Ecuador: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- Neville, A. M. (1999). *Tecnología del concreto*. México: Arq. Heraclio Esqueda Huidobro, Ing. Raúl Huerta Martínez.
- Nolan, K. (1990). *Masonry & Concrete Construction*. L. Larson Craftsman Book Company.
- Prado Ordoñez, K. (2015). *"Diseño de un Edificio Sustentable para la Gobernación de la Provincia de Santa Elena, 2015"*. Guayaquil.
- Román Reyes, F. M. (2005). *Evaluación sobre Adherencia entre Morteros Frescos y Endurecido con Diferentes Productos Adhesivos*. Guatemala.
- Sanchez de Guzman, D. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Bogotá: Brandar.
- SUIA. (s.f.). *MINISTERIO DEL AMBIENTE*. Recuperado el 13 de agosto de 2019, de Consulta de Actividades Ambientales: http://suia.ambiente.gob.ec/catalogo_ambiental
- UCEM C.E.M. (2013). *Unión Cementera Nacional*. Recuperado el 15 de mayo de 2019, de Empresa Pública Cementera: <https://www.cemento.gob.ec/p/productos-servicios/union-cementera-nacional/>

UNACEM ECUADOR. (2014). *Comercialización*. Recuperado el 15 de mayo de 2019, de Unión Andina de Cementos: <https://unacem.com.ec/es>

APÉNDICES

APÉNDICE A. FICHA TÉCNICA DE LOS CEMENTOS

FICHA TÉCNICA CEMENTO 1

Requisitos específicos de la Norma NTE INEN 2380:2011.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

La NTE INEN 2380 no especifica la composición química para el cemento. Sin embargo, el cemento debe ser analizado para propósitos informativos.

PROPIEDADES FÍSICAS

El cemento del tipo especificado debe cumplir con todos los requisitos físicos normalizados mostrados en la tabla 1 de la NTE INEN 2380.

Cuando se especifiquen requisitos opcionales, el cemento debe cumplir con los límites opcionales aplicables de la tabla 2 de la norma NTE INEN 2380.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

REQUISITOS QUÍMICOS

No se especifican requisitos químicos para los cementos por desempeño en la NTE INEN 2380; sin embargo, los constituyentes individuales molidos y mezclados deben ser analizados durante la producción.

REQUISITOS FÍSICOS

	INEN 2380	Valor referencial
Cambio de longitud por autoclave, % máximo	0.80	-0.06
Tiempo de fraguado inicial, método de Vicat		
No menos de, minutos	45	190
No más de, minutos	420	
Contenido de aire del mortero, en volumen, %	A	3
Resistencia a la compresión, MPa, mínimo		
1 día	A	9
3 días	13	17
7 días	20	22
28 días	28	31
Expansión en barras de mortero 14 días, % máx.	0.020	0.002

CALIDAD

Las especificaciones por desempeño contempladas en la Norma INEN 2380 indican que los cementos 1 Tipo GU son aptos para la construcción de todo tipo de estructuras de hormigón donde no se requieran propiedades especiales. Nuestro

cemento 1 Tipo GU es un producto de alta calidad que supera los requisitos establecidos en la Norma NTE INEN 2380, brindando seguridad y confianza al constructor en todos los campos de la ingeniería.

RESISTENCIA

Por su adecuada formulación, los cementos 1 Tipo GU permiten elaborar hormigones con las resistencias requeridas para cualquier tipo y tamaño de construcción, pues su resistencia es superior a las especificadas en las Normas INEN 152, INEN 490 e INEN 2380, para los cementos de uso general.

VENTAJAS

- * Excelente resistencia mecánica para todo tipo de construcciones
- * Mejora la trabajabilidad de las mezclas
- * Reduce la segregación y exudación
- * Reduce el calor de hidratación y por consiguiente la tendencia a la fisuración.
- * Tiempos de fraguado favorables para la construcción en general
- * Proporciona resistencia química al ataque de sulfatos, difusión de cloruros y reacción álcali-agregado.
- * Ahorros significativos en el consumo de cemento por metro cúbico de hormigón.

USOS RECOMENDADOS

El cemento 1 Tipo GU cumple con lo establecido en la Norma NTE INEN 2380 como un cemento Tipo GU para Uso General, por lo cual puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de construcción, tales como:

- * Cimentaciones y columnas
- * Vigas y pilares
- * Losas y morteros
- * Albañilería en general
- * Vías y pavimentos
- * Pisos industriales
- * Tanques y canales de agua no residual
- * Bloques y adoquines
- * Tuberías y postes

RECOMENDACIONES GENERALES

- * Mantener condiciones de almacenamiento adecuadas

- * Utilizar agua potable
- * La arena y la piedra deben estar libres de impurezas
- * Realizar el diseño de las proporciones de la mezcla (del hormigón o del mortero).
- * Utilizar la menor cantidad de agua posible, solo la necesaria para la trabajabilidad de la mezcla.
- * Mezclar los materiales el tiempo suficiente hasta obtener una masa uniforme.
- * Realizar un buen proceso de colocación hasta llenar bien los encofrados sin que se produzca la segregación del hormigón.
- * Compactar el hormigón con procedimientos adecuados según consistencia de la mezcla.
- * Curar el hormigón para que obtenga la resistencia especificada, manteniendo húmedas las superficies de los elementos como mínimo durante los primeros siete días.
- * Evitar la desecación del hormigón durante su fraguado y primer endurecimiento.
- * El cemento en sacos tiene un peso de 50 kg; evite riesgos con una adecuada manipulación.

FICHA TÉCNICA CEMENTO 2

Certificado de Producto							
Información General							
Producto:				Tipo IP			
CEMENTO 2							
Período de análisis:				Del 1 al 30 de Junio 2019			
Requisitos Obligatorios según Norma NTE INEN 490:2011 -Quinta revisión							
7.1.1 Requisitos Químicos				7.1.2 Requisitos Físicos			
Propiedad	Unidad	INEN 490	Resultado	Propiedad	Unidad	INEN 490	Resultado
SiO ₂	%	N/E	33,16	Finura (Blaine)	cm ² /g	N/E	4967
Al ₂ O ₃	%	N/E	6,84	Retenido en 45 um (No. 325)	%	N/E	2,89
Fe ₂ O ₃	%	N/E	3,08	Expansión en Autoclave	%	0.8 máx.	-----
CaO	%	N/E	45,18	Contracción en Autoclave	%	0.2 máx.	0,0020172
MgO	%	6.0 máx.	1,28	Tiempo de Fraguado Vicat inicial	minutos	45 mín.	155
SO ₃	%	4.0 máx.	2,09	Tiempo de Fraguado Vicat final	minutos	máx. 420	200
Pérdida por calcinación	%	5.0 máx.	4,43	Contenido de aire en mortero	%	12 máx.	5,64
Residuo Insoluble	%	N/E	-----	Contenido neto en la funda	kg	49.5-50.5	50,14
7.1.2.3 PUZOLANA: Requisitos Físicos				Resistencia a la Compresión		INEN 490	Resultado
Retenido en 45 um (Tamiz No. 325)	%	20 máx	12,8	3 Días	MPa	13.0 mín.	16,33
Indice de actividad puzolánica	%	75 mín.	87,4	7 Días	MPa	20.0 mín.	21,14
				28 Días	MPa	25.0 mín.	29,18
El cemento 2 Tipo IP CUMPLE con las especificaciones de la NTE INEN 490 para cemento hidráulico compuesto.							
Observaciones							
<p>☒ Los resultados de los análisis químicos están calculados en porcentaje en peso.</p> <p>☒ La resistencia a 28 días corresponde al promedio del mes anterior.</p> <p>☒ Los ensayos de expansión barra de mortero se realizan en referencia a las normas INEN NTE 1508 / INEN 202 / ASTM 1012-04</p> <p>☒ (N/E) No especificado</p> <p>☒ (N/D) Resultado del ensayo para este período de producción no disponible</p> <p>Dada la naturaleza perecible de los productos, una vez transcurrido 60 días desde la fecha de su envasado, debe exigirse al vendedor un certificado de conformidad expedido localmente por un organismo acreditado o designado conforme a las disposiciones legales vigentes de que el producto cumple con las normas. La validez de este certificado será de máximo 30 días desde su emisión.</p>							

FICHA TÉCNICA CEMENTO 3

DENOMINACIÓN

- * El cemento 3 es un Cemento Hidráulico de Alta Resistencia a los Sulfatos Tipo HS
- * Diseñado para construcciones de hormigón en general
- * Cumple con los requerimientos de la norma NTE INEN 2380 [Norma Técnica Ecuatoriana] y ASTM C1157 para un cemento tipo HS de alta resistencia a los sulfatos.
- * Fabricación controlada bajo un sistema de gestión de calidad.
- * Posee Licencia Ambiental
- * Cuenta con certificado de conformidad con Sello de Calidad INEN.

APLICACIONES

- * Todo uso
- * Especial para fabricación de hormigones de alta resistencia a los sulfatos.
- * Especial para fabricación de hormigones de bajo calor de hidratación, hormigones masivos y represas.
- * Especial para estabilización de suelos.
- * Morteros de fácil colocación y mejores acabados.
- * Obras sanitarias e hidráulicas.
- * Obras de arte.

PRECAUCIONES

ALMACENAMIENTO

- * Adquirir el cemento 3 en distribuidores autorizados.
- * Evitar el contacto directo con el suelo.
- * Evitar contacto con las paredes perimetrales de la bodega.
- * En ambientes húmedos asegurar una ventilación adecuada.
- * No exceder los 60 días de almacenamiento.

PARA APLICACIÓN

- * Emplear dosificaciones de hormigón diseñadas en un laboratorio calificado.
- * Corregir periódicamente las mezclas para mantener constante la relación agua/cemento.
- * Iniciar el curado lo más pronto posible y evitar desecación.
- * Para uso de morteros, emplear arena limpia y de granulometría adecuada.

REQUISITOS FÍSICOS

PARÁMETRO	INEN 2380	CEMENTO 3
Fraguado inicial	$\geq 45 \leq 420$ min	138 min
Resistencia a sulfatos % Expansión 6 meses máximo	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$
% Expansión 1 año máximo	$\leq 0,10$	$\leq 0,10$

USO

Todo uso. Todo tipo de construcciones.

CARACTERÍSTICAS

RESISTENCIAS

- * Permite alcanzar las resistencias a la compresión requeridas a todas las edades.
- * En condiciones normales se pueden obtener hormigones con resistencia a la compresión 35 MPa.
- * Posee un progresivo crecimiento de las resistencias aun después de los 28 días de edad, puede alcanzar hasta un 20% más a los 90 días.

RESISTENCIA A AGENTES AGRESIVOS

Por su alta finura permite obtener mayor compacidad en los hormigones o morteros, por tal razón son menos permeables e impiden el acceso de agentes agresivos como son: aguas salinas, suelos sulfatos, desechos industriales, aguas servidas, etc.

CALOR DE HIDRATACIÓN

Por su composición desprende menos calor de hidratación que los cementos puros, permitiendo manejar grandes masas de hormigón.

DURABILIDAD

- * Para obras que se requieran mayor durabilidad en aplicaciones con altas concentraciones de sulfatos se puede agregar ciertos minerales.
- * Una de las características más importante del Cemento 3 es la durabilidad, que es consecuencia de su alta resistencia a agentes agresivos y su continuo crecimiento de resistencia aun después de los 28 días.

FICHA TÉCNICA CEMENTO 4

DENOMINACIÓN

- * El cemento 4 es un Cemento Portland Puzolánico Tipo IP, diseñado para construcciones de hormigón en general.
- * Cumple con los requerimientos de la norma NTE INEN 490 [Norma Técnica Ecuatoriana] y ASTM C 595
- * La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad.
- * Posee Licencia Ambiental.
- * Cuenta con certificado de conformidad con Sello de Calidad INEN.

APLICACIONES

- * Casas y edificios
- * Obras viales: puentes, viaductos, obras de arte, etc.
- * Obras sanitarias e hidráulicas.
- * Obras civiles en la industria petrolera.

PRECAUCIONES

ALMACENAMIENTO

- * Adquirir el cemento 4 en distribuidores autorizados.
- * Evitar el contacto directo con el suelo.
- * Evitar contacto con las paredes perimetrales de la bodega.
- * En ambientes húmedos asegurar una ventilación adecuada.
- * No exceder los 60 días de almacenamiento.

PARA APLICACIÓN

- * Emplear dosificaciones de hormigón diseñadas en un laboratorio calificado.
- * Corregir periódicamente las mezclas para mantener constante la relación agua/cemento.
- * Iniciar el curado lo más pronto posible y evitar desecación.
- * Para uso de morteros, emplear arena limpia y de granulometría adecuada.

USO

Para construcciones en general.

CARACTERÍSTICAS

RESISTENCIAS

- * Permite alcanzar las resistencias a la compresión requeridas a todas las edades.

* En condiciones normales se pueden obtener hormigones con resistencia a la compresión 35 y 50 MPa.

* Posee un progresivo crecimiento de las resistencias aun después de los 28 días de edad, puede alcanzar hasta un 20% más a los 90 días.

CALOR DE HIDRATACIÓN

Desprende menos calor de hidratación que los cementos puros, permitiendo manejar grandes masas de hormigón.

REQUISITOS QUÍMICOS		
PARÁMETRO	INEN 490	CEMENTO 4
Pérdida por calcinación	≤ 5%	1,4%
Magnesio (MgO)	≤ 6%	2,3%
Sulfatos (SO ₃)	≤ 4%	2,4%

REQUISITOS FÍSICOS		
PARÁMETRO	INEN 490	CEMENTO 4
Fraguado inicial	≥ 45 ≤ 420 min	140 min
Expansión	≤ 0,8%	0,84%
Contenido del aire	≤ 12%	4,50%

FICHA TÉCNICA CEMENTO 5

DESCRIPCIÓN

Cemento 5 Pozolánico Tipo IP, de ALTA DURABILIDAD, es un cemento que cumple estrictamente la norma INEN 490, nuestra tecnología de punta permite cuidar y preservar el ambiente, reduciendo en gran escala la emisión de gases efecto invernadero.

Nuestro cemento es producido con Clinker, adiciones minerales, sulfato de calcio, estos componentes son dosificados en la molienda obteniendo un producto de alta fineza y calidad.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS QUÍMICOS	CEMENTO 5		REQUISITOS NORMA NTE INEN 490 ASTM C-595	
MgO (%)	1,99		6.00 max.	
SO3 (%)	1,75		4.00 max.	
Pérdida por ignición (%)	2,14		5.00 max.	

REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO 5		NORMA NTE INEN 490 ASTM C-595	
Peso específico (gr/cm ³)	2.85		-	
Expansión en autoclave (%)	0,0013		0.80 max.	
Fraguado Vicat Inicial (minuto)	160		45 min.	
Fraguado Vicat Final (minuto)	240		420 max.	

RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN	Kg/c m ²	MPa	Kg/cm ²	MPa
3 días	184	18	133 mín	13
7 días	265	26	204 mín.	20
28 días	377	37	255 mín.	25

RESISTENCIA A LOS SULFATOS	CEMENTO 5	REQUISITOS NORMA INEN 490
% Expansión a los 14 días	0.018	0,02 max.

PROPIEDADES

DURABILIDAD.- es una propiedad que tiene Cemento 5 de aportar al concreto endurecido una capacidad para resistir a la acción del medioambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil

MAYOR RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:

Los componentes químicos y mineralógicos del Clinker y la adición de puzolana brindan una mayor resistencia a la compresión a corto y largo plazo, por otro lado, presenta bajo calor de hidratación, alta resistencia a los sulfatos y bajo contenido de álcalis solubles

Cemento 5, al momento supera en un 30% los valores de resistencia a la compresión a las edades de 3, 7 y 28 días contemplados en la Norma INEN 490, lo que garantiza al cliente confiabilidad.

RESISTENCIAS AL ATAQUE DE SULFATOS:

Debido a la capacidad de la puzolana para fijar este hidróxido de calcio liberado y a su mayor impermeabilidad, el cemento IP es más resistente a los sulfatos y al ataque químico de otros iones agresivos.

Resistencia a los Sulfatos	Resultado Cemento 5	Requisitos de Norma INEN 490/2380
Máximo porcentaje de expansión a los 14 días	0.008	0,02 máx.

La expansión del cemento IP, es menor al exigido en la norma. El producto cumple con requisitos exigidos en la Norma.

MAYOR IMPERMEABILIDAD:

El cemento portland puzolánico IP, produce mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción, de los aluminosilicatos de la puzolana con los hidróxidos de calcio producidos en la hidratación del cemento, disminuyendo la porosidad capilar, así el concreto se hace menos permeable y protege a la estructura metálica de la corrosión.

DISMINUYE LA REACCIÓN NOCIVA ÁLCALI- AGREGADO:

La puzolana utilizada en la fabricación de nuestro producto tiene la propiedad de:

- * Remover los álcalis de la pasta de cemento antes que estos puedan reaccionar con los agregados.
- * Evita la figuración del concreto debido a la reacción expansiva álcali-agregado, ante la presencia de agregados álcali reactivo.
- * Controlar la expansión causada por la reacción entre los agregados reactivos y los álcalis del cemento.

El ensayo de expansión del mortero es un requisito opcional, se lo realiza por solicitud del interesado cuando el cemento es utilizado con agregados de álcali reactivos.

DETERMINACION DE REACTIVIDAD POTENCIAL ALCALI- AGREGADO METODO DE LA BARRA DE MORTERO ACELERADO DEFORMACION DE LAS BARRAS

EDAD (DÍAS)	BARRA 1	BARRA 2	BARRA 3	NORMA
2	0,000	0,000	0,000	0,100
6	0,009	0,008	0,010	0,100
9	0,014	0,014	0,016	0,100
13	0,026	0,027	0,028	0,100
16	0,041	0,041	0,042	0,100

MENOR CALOR DE HIDRATACIÓN:

La reacción entre el Hidróxido de Calcio, liberado en la hidratación el cemento, con el aluminato tricálcico (C3A) presente en el cemento, genera gran calor de hidratación, para minimizar esto la puzolana utilizada:

- * Reacciona con el hidróxido de calcio e inhibe esta reacción, generado menor calor de hidratación
- * Evita contracciones y fisuras que afectan la calidad del concreto.
- * Permite obtener resistencias altas a los 7 y 28 días.

APÉNDICE B. ENSAYOS DE AGREGADOS FINOS

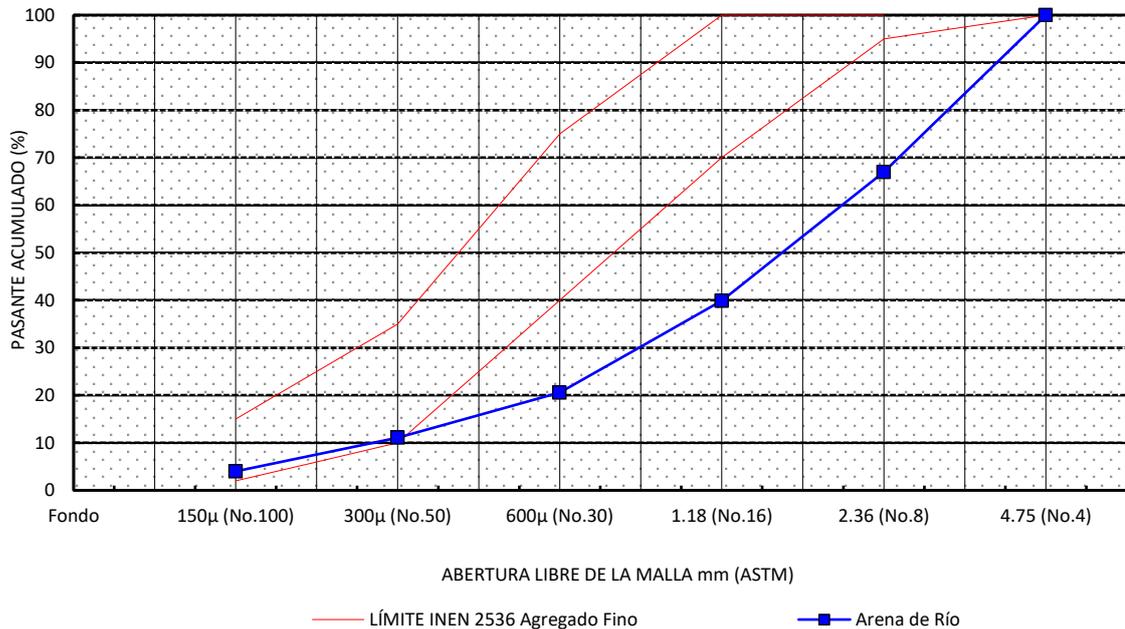
RANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

INEN 696 ASTM C 33

Tipo de agregado:	Arena Triturada	Elaborado por:	Yorly Alvarez
Procedencia:	Calizas Huayco	Fecha de ensayo:	2019-05-15

TAMIZ		RETENIDO PARCIAL (g)	RETENIDO PARCIAL %	RETENIDO ACUMULADO %	PASANTE ACUMULADO %
INEN	ASTM				
4,75 mm	No. 4	0.0	0	0	100
2,36 mm	No. 8	165.0	33	33	67
1,18 mm	No. 16	135.5	27	60	40
600 μm	No. 30	96.5	19	79	21
300 μm	No. 50	47.5	10	89	11
150 μm	No. 100	35.4	7	96	4
BANDEJA		20.0	4	100	0
MÓDULO DE FINURA :				3.57	

CURVA GRANULOMÉTRICA




 Yorly Alvarez
 yalvarez@espol.edu.ec

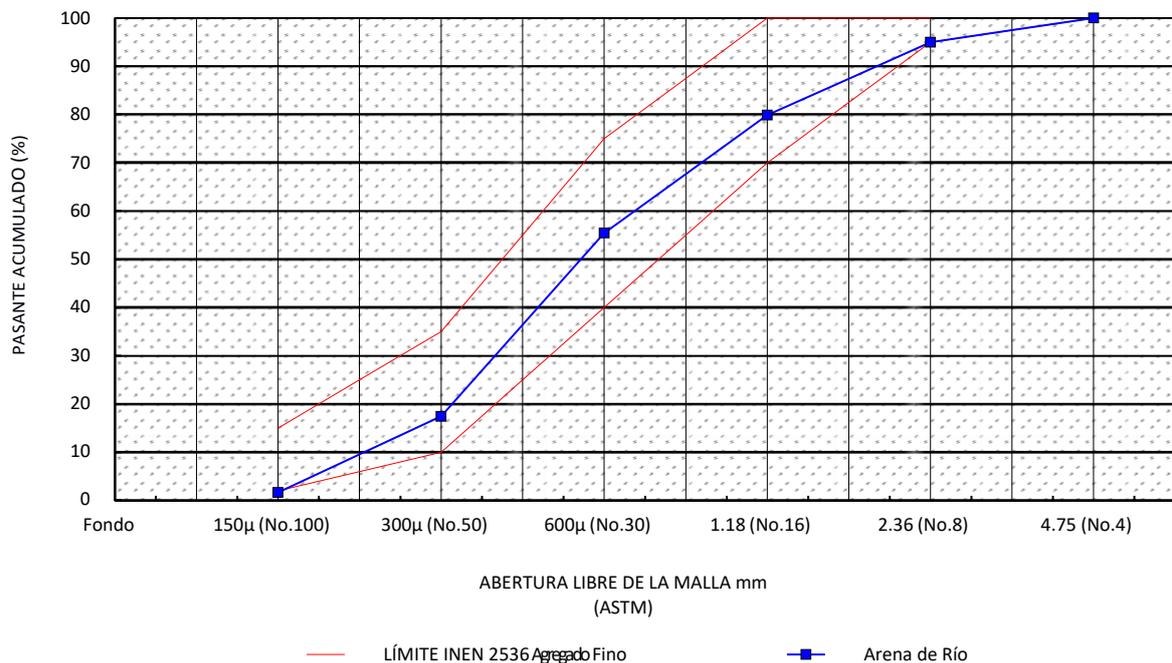
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

INEN 696 ASTM C 33

Tipo de agregado:	Arena de Río	Elaborado por:	Yorly Alvarez
Procedencia:	Río Bulubulu	Fecha de ensayo:	2019-05-15

TAMIZ		RETENIDO PARCIAL (g)	RETENIDO PARCIAL %	RETENIDO ACUMULADO %	PASANTE ACUMULADO %
INEN	ASTM				
4,75 mm	No. 4	0.0	0	0	100
2,36 mm	No. 8	25.1	5	5	95
1,18 mm	No. 16	75.7	15	20	80
600 µm	No. 30	122.4	24	45	55
300 µm	No. 50	190.3	38	83	17
150 µm	No. 100	79.0	16	98	2
BANDEJA		8.4	2	100	0
MÓDULO DE FINURA :				2.51	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Y. Alvarez
 Yorly Alvarez
 yalvarez@espol.edu.ec

ARIDOS PARA HORMIGÓN DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA

INEN 858 - ASTM C 138

Tipo De Agregado: Arena de Río
Procedencia Río Bulubulu
Solicitado Por: Yorly Alvarez
Fecha de Ensayo: 2019-05-28

DATOS

Volumen del Recipiente:	3.00 dm ³
Masa de la muestra suelta:	4.68 kg
Masa de la muestra compactada:	5.33 kg
<i>Masa unitaria suelta:</i>	1560 kg/m ³
<i>Masa unitaria compactada:</i>	1780 kg/m ³

ARIDOS PARA HORMIGÓN
DETERMINACIÓN DE LOS MATERIALES
MÁS FINOS QUE 75 µm

INEN 697 - ASTM C 117

Tipo De Agregado: Arena de Río
Procedencia: Río Bulubulu
Solicitado Por: Yorly Alvarez
Fecha de Ensayo: 2019-05-28

DATOS

Peso Seco Inicial	999.50	g
Peso Seco Final después del lavado	978.20	g
Porcentaje menor a 75micrometros (ASTM#200)	2.1	%

APÉNDICE C. ROTURA DE CUBOS DE MORTEROS

CUBOS DE MORTERO
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS
EN CUBOS DE 50 mm DE ARISTA
INEN 488 - ASTM C 109

Realizado por: Yorly Alvarez
Proyecto: Evaluación de la Adherencia de Morteros a Bloques de Mampostería

Descripción	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lado 1 (mm)	Lado 2 (mm)	Alt. (mm)	Masa (g)	Carga (KN)	Resistencias Individuales (MPa)	Resistencia Promedio (MPa)
Cemento 1 Relación A/C = 0.60 Flujo = 130%	10/6/2019	13/6/2019	3	50.25	50.84	50.95	277.72	22.6	8.9	8.9
	10/6/2019	13/6/2019	3	50.21	50.86	50.98	277.80	23.2	8.9	
	10/6/2019	13/6/2019	3	50.28	50.89	51.09	277.65	22.8	8.9	
	10/6/2019	13/6/2019	3	50.16	50.84	51.06	277.74	23.8	9.6	9.5
	10/6/2019	13/6/2019	3	50.35	50.96	50.98	277.78	24.9	9.4	
	10/6/2019	13/6/2019	3	50.26	50.89	50.86	277.76	24.7	9.4	
	10/6/2019	13/6/2019	3	49.23	51.11	51.16	278.89	25.8	9.6	9.6
	10/6/2019	13/6/2019	3	50.19	51.58	51.59	278.51	25.3	9.6	
	10/6/2019	13/6/2019	3	50.02	51.39	51.38	278.53	25.0	9.6	
	10/6/2019	17/6/2019	7	50.15	51.89	49.48	275.84	42.2	16.2	16.1
	10/6/2019	17/6/2019	7	50.34	51.93	49.32	276.89	42.4	16.2	
	10/6/2019	17/6/2019	7	50.65	51.96	49.84	276.58	42.0	16.0	
	10/6/2019	17/6/2019	7	49.98	51.36	49.84	274.46	41.3	16.1	16.2
	10/6/2019	17/6/2019	7	49.86	50.75	49.68	274.56	41.7	16.5	
	10/6/2019	17/6/2019	7	49.84	51.65	49.35	275.78	41.2	16.0	
	10/6/2019	17/6/2019	7	50.08	51.56	49.84	276.85	42.5	16.5	16.3
	10/6/2019	17/6/2019	7	49.94	51.28	49.72	275.92	41.9	16.4	
	10/6/2019	17/6/2019	7	50.32	51.84	49.48	276.59	42.2	16.2	
	10/6/2019	8/7/2019	28	50.80	51.15	50.60	282.61	59.4	23.9	24.5
	10/6/2019	8/7/2019	28	50.85	51.49	50.77	287.75	63.9	24.4	
	10/6/2019	8/7/2019	28	50.77	51.52	51.19	284.93	66.1	25.3	
	10/6/2019	8/7/2019	28	51.20	51.73	51.07	285.60	62.6	23.6	24.5
	10/6/2019	8/7/2019	28	51.16	51.41	51.08	287.10	65.4	24.9	
	10/6/2019	8/7/2019	28	51.18	51.38	51.09	286.20	66.1	25.1	
10/6/2019	8/7/2019	28	50.91	51.18	50.53	276.87	66.1	25.4	25.1	
10/6/2019	8/7/2019	28	50.79	51.15	50.10	278.80	67.1	25.8		
10/6/2019	8/7/2019	28	50.84	51.31	50.58	281.85	62.8	24.1		


 Yorly Alvarez
 yalvarez@espol.edu.ec

CUBOS DE MORTERO
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS
EN CUBOS DE 50 mm DE ARISTA
INEN 488 - ASTM C 109

Realizado por: Yorly Alvarez
Proyecto: Evaluación de la Adherencia de Morteros a Bloques de Mampostería

Descripción	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lado 1 (mm)	Lado 2 (mm)	Alt. (mm)	Masa (g)	Carga (KN)	Resistencias Individuales (MPa)	Resistencia Promedio (MPa)
Cemento 2 Relación A/C = 0.62 Flujo = 131%	11/6/2019	14/6/2019	3	49.86	51.42	50.20	269.18	25.5	9.9	10.0
	11/6/2019	14/6/2019	3	49.74	51.35	49.85	269.32	25.7	10.1	
	11/6/2019	14/6/2019	3	50.18	51.26	50.03	269.01	25.8	10.0	
	11/6/2019	14/6/2019	3	49.58	50.95	50.19	268.15	26.4	10.3	10.3
	11/6/2019	14/6/2019	3	49.60	51.09	50.36	268.46	26.7	10.4	
	11/6/2019	14/6/2019	3	49.56	51.02	50.26	268.02	26.5	10.3	
	11/6/2019	14/6/2019	3	49.86	51.24	49.84	270.36	28.4	11.1	11.1
	11/6/2019	14/6/2019	3	49.90	51.42	50.12	270.85	28.9	11.2	
	11/6/2019	14/6/2019	3	50.02	51.23	50.03	270.21	28.6	11.1	
	11/6/2019	18/6/2019	7	50.95	50.42	50.34	288.27	41.1	16.0	15.5
	11/6/2019	18/6/2019	7	51.54	50.84	50.20	288.28	40.4	15.4	
	11/6/2019	18/6/2019	7	51.48	51.96	51.07	288.22	40.6	15.2	
	11/6/2019	18/6/2019	7	50.52	51.39	50.21	288.72	41.4	16.0	15.9
	11/6/2019	18/6/2019	7	50.90	51.69	50.36	288.59	41.8	15.9	
	11/6/2019	18/6/2019	7	50.32	51.93	50.24	288.50	41.3	15.8	
	11/6/2019	18/6/2019	7	50.95	51.12	50.34	288.27	44.8	17.2	16.9
	11/6/2019	18/6/2019	7	50.92	51.46	50.20	288.28	44.5	17.0	
	11/6/2019	18/6/2019	7	51.25	51.36	51.07	288.22	43.6	16.6	
	11/6/2019	9/7/2019	28	50.70	51.16	51.53	280.02	61.3	23.8	23.9
	11/6/2019	9/7/2019	28	50.31	51.02	51.56	281.30	61.4	23.9	
11/6/2019	9/7/2019	28	50.26	50.96	51.48	285.71	61.0	23.8		
11/6/2019	9/7/2019	28	51.13	51.56	51.32	291.53	62.8	24.4	24.3	
11/6/2019	9/7/2019	28	51.83	51.80	51.67	292.26	62.4	24.2		
11/6/2019	9/7/2019	28	51.30	51.26	51.10	291.59	62.5	24.2		
11/6/2019	9/7/2019	28	50.47	51.52	51.19	283.71	63.9	24.7	24.9	
11/6/2019	9/7/2019	28	50.26	51.28	51.07	280.07	64.1	24.9		
11/6/2019	9/7/2019	28	50.04	51.08	50.98	276.48	64.3	25.1		


Yorly Alvarez
yalvarez@espol.edu.ec

CUBOS DE MORTERO
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS
EN CUBOS DE 50 mm DE ARISTA
INEN 488 - ASTM C 109

Realizado por: Yorly Alvarez
Proyecto: Evaluación de la Adherencia de Morteros a Bloques de Mampostería

Descripción	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lado 1 (mm)	Lado 2 (mm)	Alt. (mm)	Masa (g)	Carga (KN)	Resistencias Individuales (MPa)	Resistencia Promedio (MPa)
Cemento 3 Relación A/C = 0.60 Flujo = 130%	17/6/2019	20/6/2019	3	51.12	51.23	50.12	275.50	27.8	10.8	10.5
	17/6/2019	20/6/2019	3	50.24	51.50	50.35	275.24	26.4	10.3	
	17/6/2019	20/6/2019	3	50.64	50.95	50.69	275.65	27.7	10.4	
	17/6/2019	20/6/2019	3	51.15	51.24	50.14	276.85	28.9	11.0	10.8
	17/6/2019	20/6/2019	3	51.02	51.86	50.74	276.25	28.3	10.7	
	17/6/2019	20/6/2019	3	50.78	51.25	50.12	276.56	28.1	10.8	
	17/6/2019	20/6/2019	3	51.24	51.35	50.48	277.24	29.5	11.4	11.5
	17/6/2019	20/6/2019	3	50.98	51.67	50.96	277.65	29.4	11.6	
	17/6/2019	20/6/2019	3	50.60	51.50	50.60	277.23	29.6	11.5	
	17/6/2019	24/6/2019	7	51.07	50.99	50.98	281.59	38.0	14.6	14.2
	17/6/2019	24/6/2019	7	50.98	51.12	50.84	279.95	36.4	14.0	
	17/6/2019	24/6/2019	7	50.82	51.07	51.02	279.98	36.2	13.9	
	17/6/2019	24/6/2019	7	50.88	51.19	50.98	279.90	36.8	14.1	14.2
	17/6/2019	24/6/2019	7	50.92	51.02	50.86	280.10	36.9	14.3	
	17/6/2019	24/6/2019	7	50.87	50.98	50.93	279.82	37.0	14.2	
	17/6/2019	24/6/2019	7	50.55	50.61	50.55	278.81	37.7	14.7	14.6
	17/6/2019	24/6/2019	7	50.72	51.65	50.52	276.08	39.0	14.9	
	17/6/2019	24/6/2019	7	50.72	50.84	50.34	278.97	36.9	14.3	
	17/6/2019	15/7/2019	28	50.30	50.68	50.21	274.46	53.8	20.7	20.8
	17/6/2019	15/7/2019	28	50.46	50.95	50.29	273.85	54.2	21.0	
	17/6/2019	15/7/2019	28	50.34	50.70	50.22	274.56	54.1	20.8	
	17/6/2019	15/7/2019	28	50.24	50.94	49.84	275.89	54.7	21.3	21.3
	17/6/2019	15/7/2019	28	49.94	50.79	49.61	275.55	55.2	21.3	
	17/6/2019	15/7/2019	28	50.11	51.02	49.79	275.73	55.1	21.3	
	17/6/2019	15/7/2019	28	49.89	50.61	49.89	275.96	56.7	21.9	21.8
	17/6/2019	15/7/2019	28	49.62	50.78	49.62	275.62	56.8	21.7	
	17/6/2019	15/7/2019	28	49.75	50.71	50.02	275.74	56.7	21.9	


Yorly Alvarez
yalvarez@espol.edu.ec

CUBOS DE MORTERO
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS
EN CUBOS DE 50 mm DE ARISTA
INEN 488 - ASTM C 109

Realizado por: Yorly Alvarez
Proyecto: Evaluación de la Adherencia de Morteros a Bloques de Mampostería

Descripción	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lado 1 (mm)	Lado 2 (mm)	Alt. (mm)	Masa (g)	Carga (KN)	Resistencias Individuales (MPa)	Resistencia Promedio (MPa)
Cemento 4 Relación A/C = 0.55 Flujo = 131%	18/6/2019	21/6/2019	3	51.24	50.89	50.28	284.48	31.9	12.4	12.3
	18/6/2019	21/6/2019	3	50.48	51.21	51.38	283.47	31.7	12.2	
	18/6/2019	21/6/2019	3	50.89	51.10	51.12	284.08	31.8	12.3	
	18/6/2019	21/6/2019	3	50.98	51.16	50.90	286.25	32.2	12.4	12.4
	18/6/2019	21/6/2019	3	50.86	51.62	50.96	286.52	32.3	12.4	
	18/6/2019	21/6/2019	3	50.96	51.20	50.98	286.64	32.3	12.3	
	18/6/2019	21/6/2019	3	50.94	50.98	50.94	286.84	32.4	12.4	12.4
	18/6/2019	21/6/2019	3	50.85	51.85	51.04	286.98	32.6	12.4	
	18/6/2019	21/6/2019	3	50.98	51.62	51.15	286.95	32.8	12.6	
	18/6/2019	25/6/2019	7	50.98	50.79	49.92	274.98	47.3	18.3	18.8
	18/6/2019	25/6/2019	7	51.06	50.63	49.76	275.10	46.9	18.2	
	18/6/2019	25/6/2019	7	50.81	50.69	49.56	272.05	51.1	19.8	
	18/6/2019	25/6/2019	7	51.15	51.12	51.16	288.16	51.1	19.6	19.1
	18/6/2019	25/6/2019	7	51.23	51.26	51.14	289.46	47.0	17.9	
	18/6/2019	25/6/2019	7	51.07	50.87	50.98	286.03	51.4	19.8	
	18/6/2019	25/6/2019	7	51.12	50.46	50.14	277.53	49.5	19.1	19.1
	18/6/2019	25/6/2019	7	51.02	50.58	50.18	277.32	49.1	19.1	
	18/6/2019	25/6/2019	7	51.09	50.48	50.06	277.42	49.2	19.1	
	18/6/2019	16/7/2019	28	50.96	50.86	50.33	283.27	76.8	29.5	29.2
	18/6/2019	16/7/2019	28	51.31	51.13	50.56	283.01	75.4	29.2	
	18/6/2019	16/7/2019	28	51.19	50.99	50.43	283.10	76.3	29.0	
	18/6/2019	16/7/2019	28	50.82	50.13	50.03	273.95	76.9	29.9	30.2
	18/6/2019	16/7/2019	28	51.15	49.98	49.91	274.10	77.2	30.3	
	18/6/2019	16/7/2019	28	51.02	50.09	49.97	274.00	76.9	30.3	
18/6/2019	16/7/2019	28	49.94	50.34	50.94	273.52	77.4	30.8	31.2	
18/6/2019	16/7/2019	28	49.82	50.60	51.13	274.84	78.7	31.2		
18/6/2019	16/7/2019	28	49.87	50.78	50.96	273.62	75.3	31.7		


Yorly Alvarez
yalvarez@espol.edu.ec

CUBOS DE MORTERO
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS
EN CUBOS DE 50 mm DE ARISTA
INEN 488 - ASTM C 109

Realizado por: Yorly Alvarez
Proyecto: Evaluación de la Adherencia de Morteros a Bloques de Mampostería

Descripción	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lado 1 (mm)	Lado 2 (mm)	Alt. (mm)	Masa (g)	Carga (KN)	Resistencias Individuales (MPa)	Resistencia Promedio (MPa)
Cemento 5 Relación A/C = 0.60 Flujo = 129%	24/6/2019	27/6/2019	3	51.35	50.59	51.24	283.04	23.3	9.1	9.0
	24/6/2019	27/6/2019	3	51.07	50.91	50.98	283.04	23.9	8.6	
	24/6/2019	27/6/2019	3	51.26	50.53	51.41	283.36	23.9	9.2	
	24/6/2019	27/6/2019	3	51.10	50.54	51.36	282.45	25.4	9.9	9.1
	24/6/2019	27/6/2019	3	51.32	51.34	51.28	282.94	22.9	8.3	
	24/6/2019	27/6/2019	3	51.20	50.92	51.54	283.75	24.1	9.1	
	24/6/2019	27/6/2019	3	51.23	51.12	51.07	283.15	23.1	8.3	9.3
	24/6/2019	27/6/2019	3	51.17	50.78	51.17	282.56	25.9	9.9	
	24/6/2019	27/6/2019	3	51.20	50.62	51.29	282.63	25.7	9.9	
	24/6/2019	1/7/2019	7	51.16	51.62	51.48	275.84	41.7	15.8	15.8
	24/6/2019	1/7/2019	7	51.04	51.50	51.32	276.89	41.9	15.8	
	24/6/2019	1/7/2019	7	51.13	51.47	51.21	276.58	41.7	15.9	
	24/6/2019	1/7/2019	7	51.01	51.16	51.26	276.85	42.7	16.4	16.4
	24/6/2019	1/7/2019	7	51.12	51.08	51.04	275.92	42.9	16.5	
	24/6/2019	1/7/2019	7	50.98	51.06	51.14	276.59	42.7	16.4	
	24/6/2019	1/7/2019	7	50.89	50.16	50.32	274.46	43.4	17.1	17.1
	24/6/2019	1/7/2019	7	50.94	50.04	50.24	274.56	43.8	17.0	
	24/6/2019	1/7/2019	7	50.74	50.11	50.33	275.78	43.3	17.1	
	24/6/2019	22/7/2019	28	50.72	50.93	50.48	285.60	73.5	28.5	28.4
	24/6/2019	22/7/2019	28	50.84	50.84	50.36	287.10	73.4	28.4	
	24/6/2019	22/7/2019	28	50.68	50.89	50.41	286.20	73.4	28.4	
	24/6/2019	22/7/2019	28	50.92	51.32	50.90	282.61	75.9	29.0	29.1
	24/6/2019	22/7/2019	28	51.04	51.24	51.03	287.75	76.1	29.1	
	24/6/2019	22/7/2019	28	50.95	51.28	50.92	284.93	76.1	29.1	
	24/6/2019	22/7/2019	28	50.23	50.96	50.87	276.87	79.1	30.8	30.8
	24/6/2019	22/7/2019	28	50.51	50.85	50.92	278.80	79.2	30.9	
	24/6/2019	22/7/2019	28	50.62	50.91	50.89	281.85	79.2	30.9	

Y. Alvarez
 Yorly Alvarez
 yalvarez@espol.edu.ec

CUBOS DE MORTERO
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS
EN CUBOS DE 50 mm DE ARISTA
INEN 488 - ASTM C 109

Realizado por: Yorly Alvarez
Proyecto: Evaluación de la Adherencia de Morteros a Bloques de Mampostería

Descripción	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lado 1 (mm)	Lado 2 (mm)	Alt. (mm)	Masa (g)	Carga (KN)	Resistencias Individuales (MPa)	Resistencia Promedio (MPa)
Cemento 3 Relación 1:4 Relación A/C = 0.76 Flujo = 130%	29/7/2019	1/8/2019	3	51.24	50.89	50.28	284.48	18.2	7.1	7.1
	29/7/2019	1/8/2019	3	50.48	51.21	51.38	283.47	18.4	7.0	
	29/7/2019	1/8/2019	3	50.89	51.10	51.12	282.69	18.2	7.1	
	29/7/2019	1/8/2019	3	50.94	50.98	50.94	282.60	18.2	7.0	7.0
	29/7/2019	1/8/2019	3	50.85	50.95	51.04	279.97	18.5	7.0	
	29/7/2019	1/8/2019	3	50.98	50.10	51.15	281.03	18.2	7.0	
	29/7/2019	1/8/2019	3	50.94	51.06	50.94	279.90	19.2	7.5	7.3
	29/7/2019	1/8/2019	3	50.85	50.85	51.04	282.53	18.7	7.2	
	29/7/2019	1/8/2019	3	50.98	50.15	51.15	279.89	18.8	7.3	
	29/7/2019	5/8/2019	7	50.98	50.31	49.92	281.59	28.5	11.1	11.1
	29/7/2019	5/8/2019	7	51.06	50.64	49.76	279.85	28.9	11.1	
	29/7/2019	5/8/2019	7	50.81	50.87	49.56	279.91	28.5	11.1	
	29/7/2019	5/8/2019	7	51.15	51.03	51.16	282.85	28.9	11.1	11.2
	29/7/2019	5/8/2019	7	51.23	50.73	51.14	280.97	29.1	11.2	
	29/7/2019	5/8/2019	7	51.07	50.15	50.98	279.89	29.2	11.2	
	29/7/2019	5/8/2019	7	51.12	51.07	50.14	281.05	28.9	11.1	11.2
	29/7/2019	5/8/2019	7	51.02	50.71	50.18	282.37	29.1	11.2	
	29/7/2019	5/8/2019	7	51.09	50.52	50.06	281.73	29.2	11.2	
	29/7/2019	26/8/2019	28	50.96	50.21	50.33	281.25	40.2	15.8	15.8
	29/7/2019	26/8/2019	28	51.13	50.08	51.32	280.17	40.3	15.7	
	29/7/2019	26/8/2019	28	51.83	50.56	51.67	281.19	40.5	15.9	
	29/7/2019	26/8/2019	28	51.30	50.43	51.10	283.20	41.0	16.1	16.3
	29/7/2019	26/8/2019	28	51.15	50.65	49.91	280.69	41.8	16.6	
	29/7/2019	26/8/2019	28	51.02	50.19	49.97	283.03	40.9	16.1	
29/7/2019	26/8/2019	28	49.94	50.54	50.94	281.55	40.8	16.2	16.2	
29/7/2019	26/8/2019	28	49.82	50.62	51.13	274.84	41.2	16.4		
29/7/2019	26/8/2019	28	49.87	50.13	50.96	273.62	41.0	16.2		

Y. Alvarez
 Yorly Alvarez
 yalvarez@espol.edu.ec

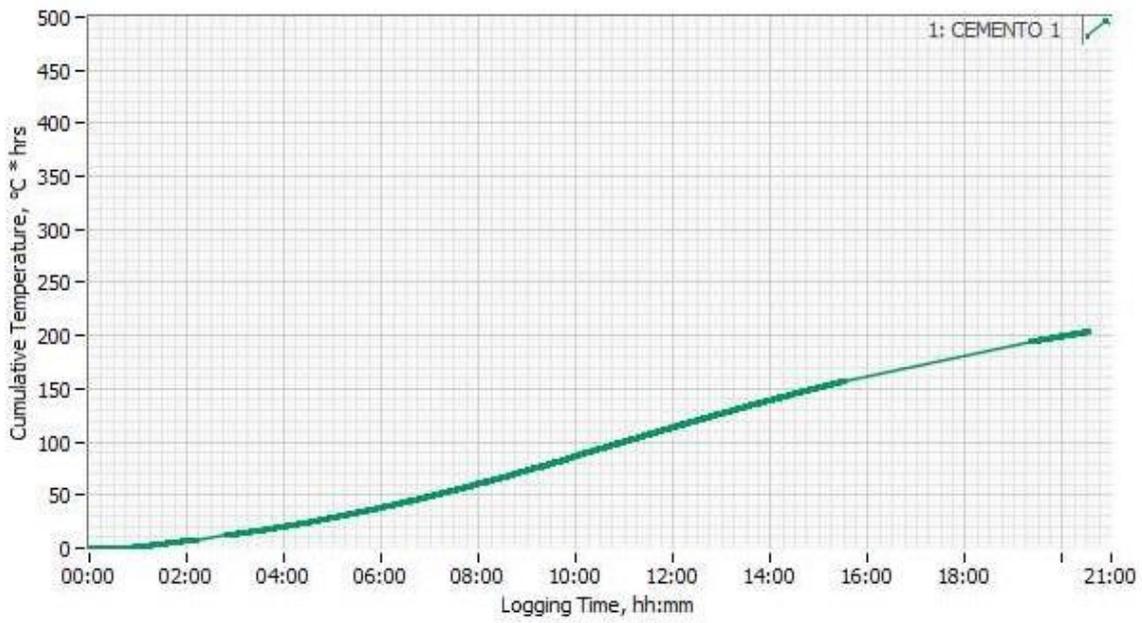
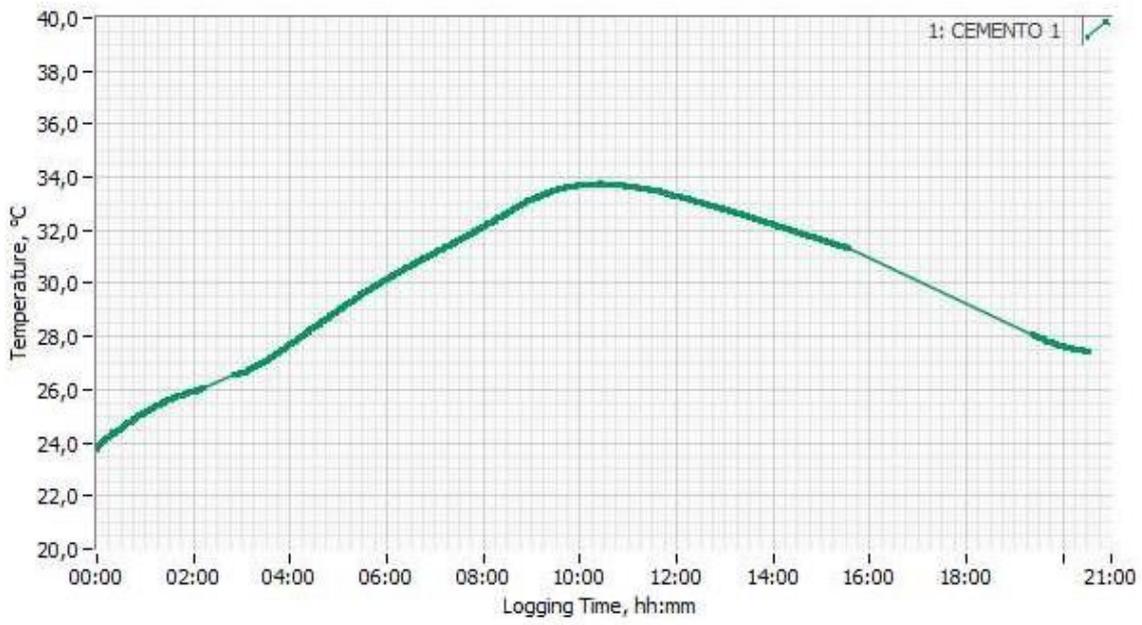
APÉNDICE D. RESULTADOS DE HOLCIM HEAT

HolcimHeat ThermoCal Report

Summary Table

Mix ID	CEMENTO 1
Tmax °C	33.8
Time@Tmax hh:mm	10:29
Init Set hh:mm	03:05
Final Set hh:mm	04:59

Temperature Graphs



Sample 1

Filename	TCLog_2019-08-12_16-38_A2_CEMENTO_1_mo.txt
Logger 1 SN	AO002/427
Logger 2 SN	AQ866/850
Sample Channel	A2
Start Date, Time	2019-08-12, 16:38
Stop Date, Time	2019-08-13, 13:11
Department Name	Centro de Innovación Holcim
Line Frequency	50 Hz
Thermocouple Type	K
Mix ID	CEMENTO 1
Mix Date, Time	2019-08-12, 16:35
Mix Type	mortar
Technician	YAL
Sample Mass	1300.0 g
Water/Cement Ratio	0.60
Sand/Mortar Ratio	0.00
Reference Cell	A1
Additional Info 1	AGUA = 480 g.
Additional Info 2	
Additional Info 3	
Additional Info 4	
1-Day Comp Strength	0.0 MPa
Baseline Temperature	20.0 °C

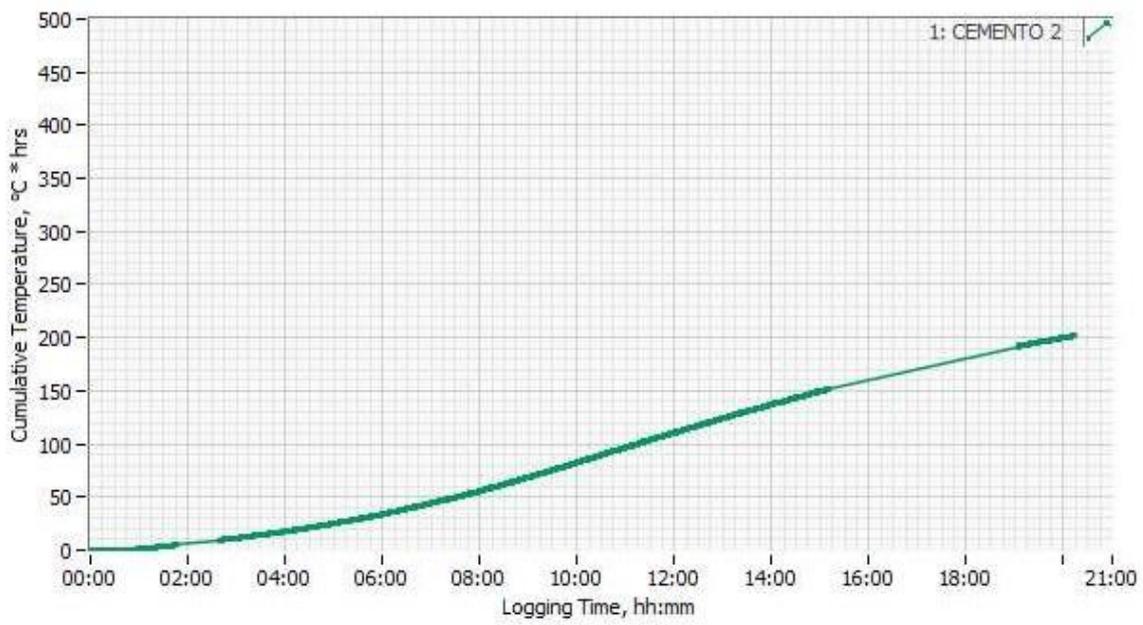
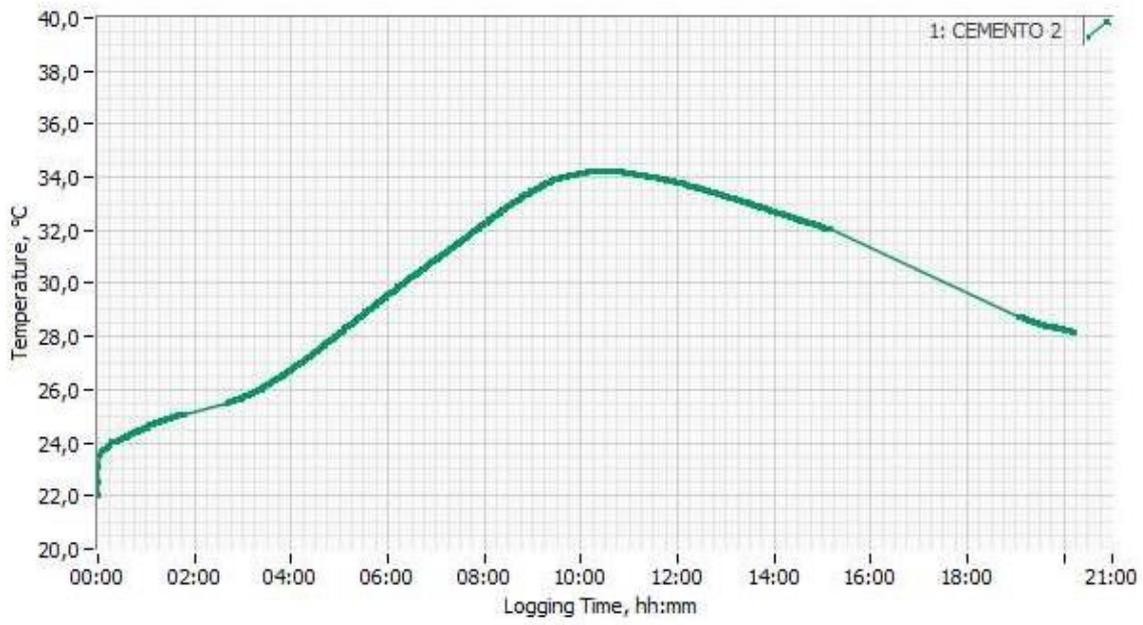
DISCLAIMER: ThermoCal results are only applicable to the samples tested. ThermoCal results are only indicative of concrete performance. Actual concrete tests according to relevant standards and practices are required to validate any results generated by ThermoCal. ThermoCal results do not guarantee any concrete performance whatsoever.

HolcimHeat ThermoCal Report

Summary Table

Mix ID	CEMENTO 2
Tmax °C	34.2
Time@Tmax hh:mm	10:33
Init Set hh:mm	03:47
Final Set hh:mm	05:35

Temperature Graphs



Sample 1

Filename	TCLog_2019-08-12_16-57_A3_CEMENTO_2_mo.txt
Logger 1 SN	AO002/427
Logger 2 SN	AQ866/850
Sample Channel	A3
Start Date, Time	2019-08-12, 16:57
Stop Date, Time	2019-08-13, 13:11
Department Name	Centro de Innovación Holcim
Line Frequency	50 Hz
Thermocouple Type	K
Mix ID	CEMENTO 2
Mix Date, Time	2019-08-12, 16:50
Mix Type	mortar
Technician	YAL
Sample Mass	1300.0 g
Water/Cement Ratio	0.62
Sand/Mortar Ratio	0.00
Reference Cell	A1
Additional Info 1	AGUA = 492,57
Additional Info 2	
Additional Info 3	
Additional Info 4	
1-Day Comp Strength	0.0 MPa
Baseline Temperature	20.0 °C

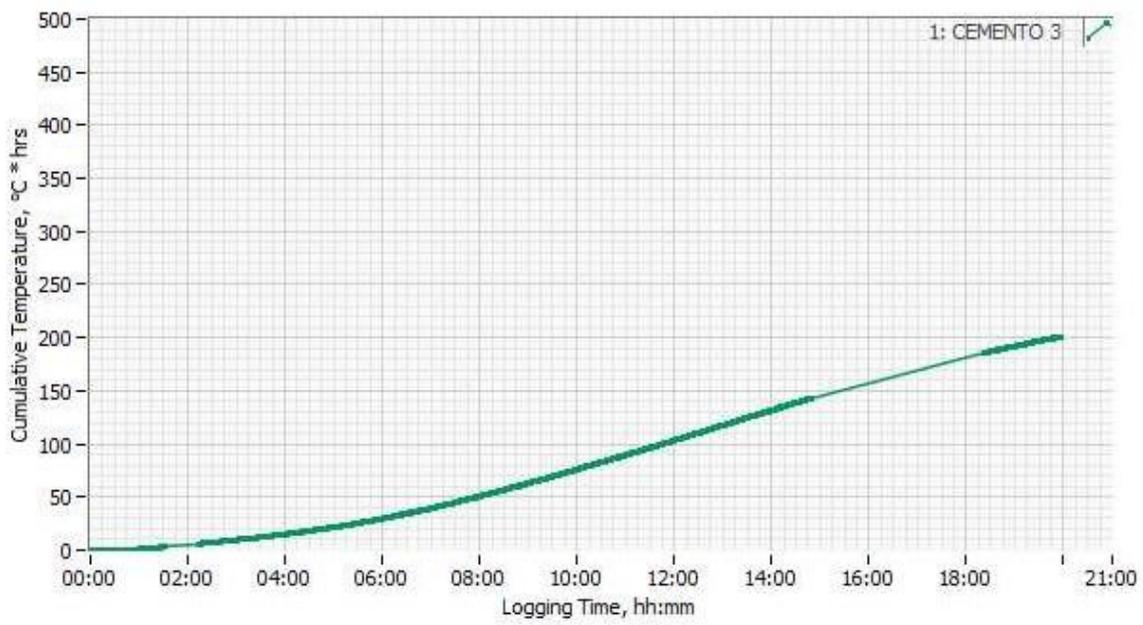
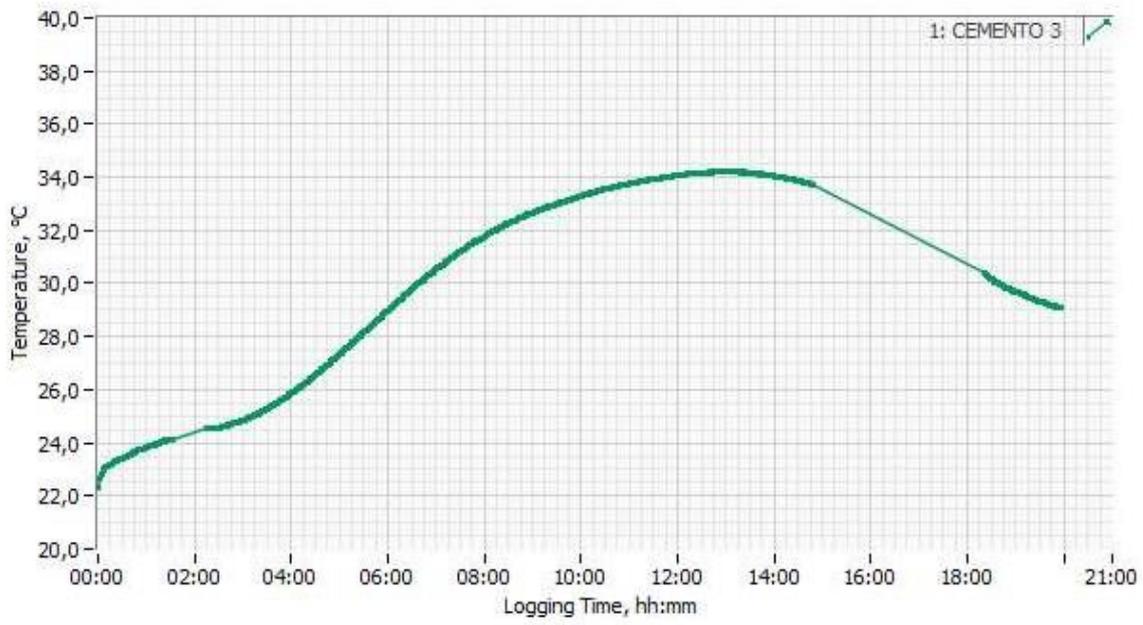
DISCLAIMER: ThermoCal results are only applicable to the samples tested. ThermoCal results are only indicative of concrete performance. Actual concrete tests according to relevant standards and practices are required to validate any results generated by ThermoCal. ThermoCal results do not guarantee any concrete performance whatsoever.

HolcimHeat ThermoCal Report

Summary Table

Mix ID	CEMENTO 3
Tmax °C	34.2
Time@Tmax hh:mm	13:16
Init Set hh:mm	04:02
Final Set hh:mm	05:46

Temperature Graphs



Sample 1

Filename	TCLog_2019-08-12_17-14_A4_CEMENTO_3_mo.txt
Logger 1 SN	AO002/427
Logger 2 SN	AQ866/850
Sample Channel	A4
Start Date, Time	2019-08-12, 17:14
Stop Date, Time	2019-08-13, 13:11
Department Name	Centro de Innovación Holcim
Line Frequency	50 Hz
Thermocouple Type	K
Mix ID	CEMENTO 3
Mix Date, Time	2019-08-12, 17:08
Mix Type	mortar
Technician	YAL
Sample Mass	1300.0 g
Water/Cement Ratio	0.60
Sand/Mortar Ratio	0.00
Reference Cell	A1
Additional Info 1	AGUA = 477 g.
Additional Info 2	
Additional Info 3	
Additional Info 4	
1-Day Comp Strength	0.0 MPa
Baseline Temperature	20.0 °C

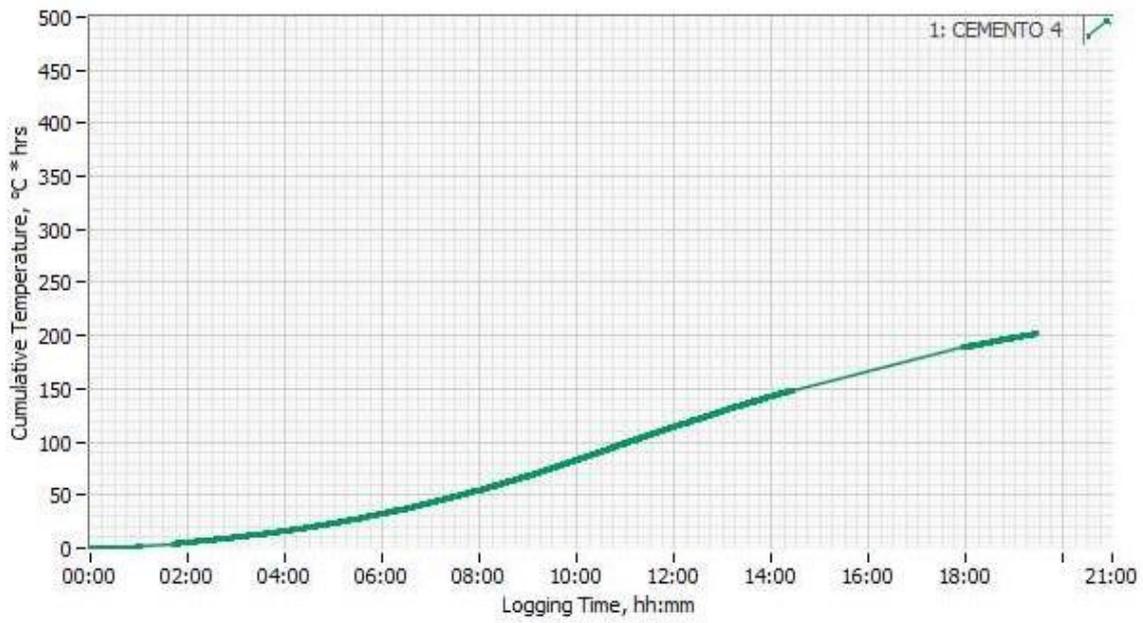
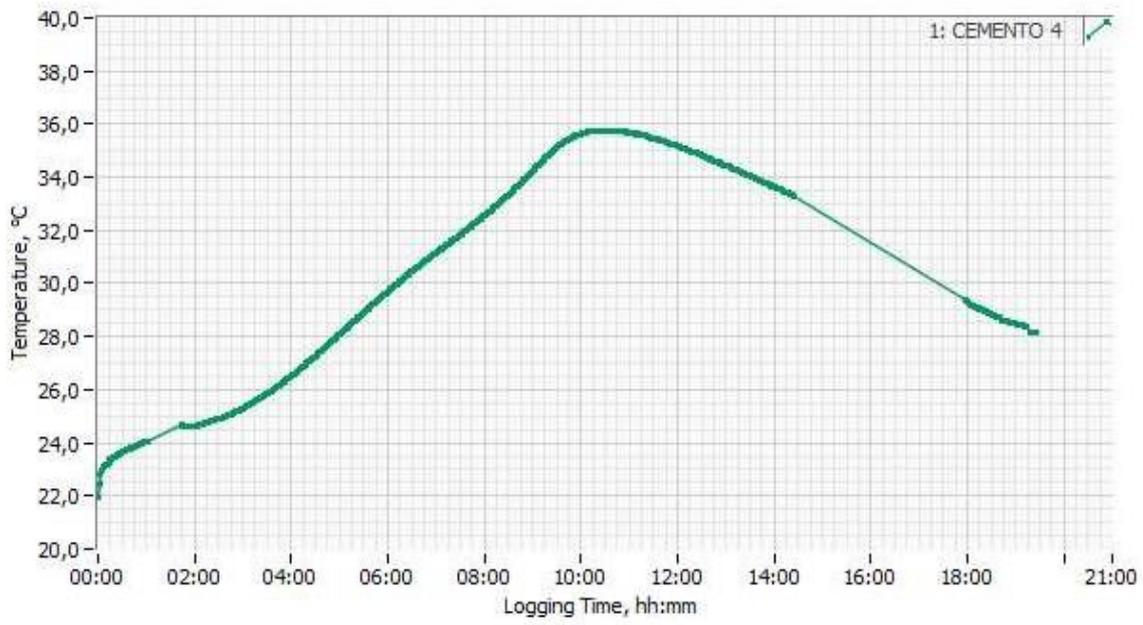
DISCLAIMER: ThermoCal results are only applicable to the samples tested. ThermoCal results are only indicative of concrete performance. Actual concrete tests according to relevant standards and practices are required to validate any results generated by ThermoCal. ThermoCal results do not guarantee any concrete performance whatsoever.

HolcimHeat ThermoCal Report

Summary Table

Mix ID	CEMENTO 4
Tmax °C	35.8
Time@Tmax hh:mm	10:35
Init Set hh:mm	03:53
Final Set hh:mm	05:45

Temperature Graphs



Sample 1

Filename	TCLog_2019-08-12_17-44_A5_CEMENTO_4_mo.txt
Logger 1 SN	AO002/427
Logger 2 SN	AQ866/850
Sample Channel	A5
Start Date, Time	2019-08-12, 17:44
Stop Date, Time	2019-08-13, 13:11
Department Name	Centro de Innovación Holcim
Line Frequency	50 Hz
Thermocouple Type	K
Mix ID	CEMENTO 4
Mix Date, Time	2019-08-12, 17:40
Mix Type	mortar
Technician	YAL
Sample Mass	1300.0 g
Water/Cement Ratio	0.55
Sand/Mortar Ratio	0.00
Reference Cell	A1
Additional Info 1	AGUA=440,25
Additional Info 2	
Additional Info 3	
Additional Info 4	
1-Day Comp Strength	0.0 MPa
Baseline Temperature	20.0 °C

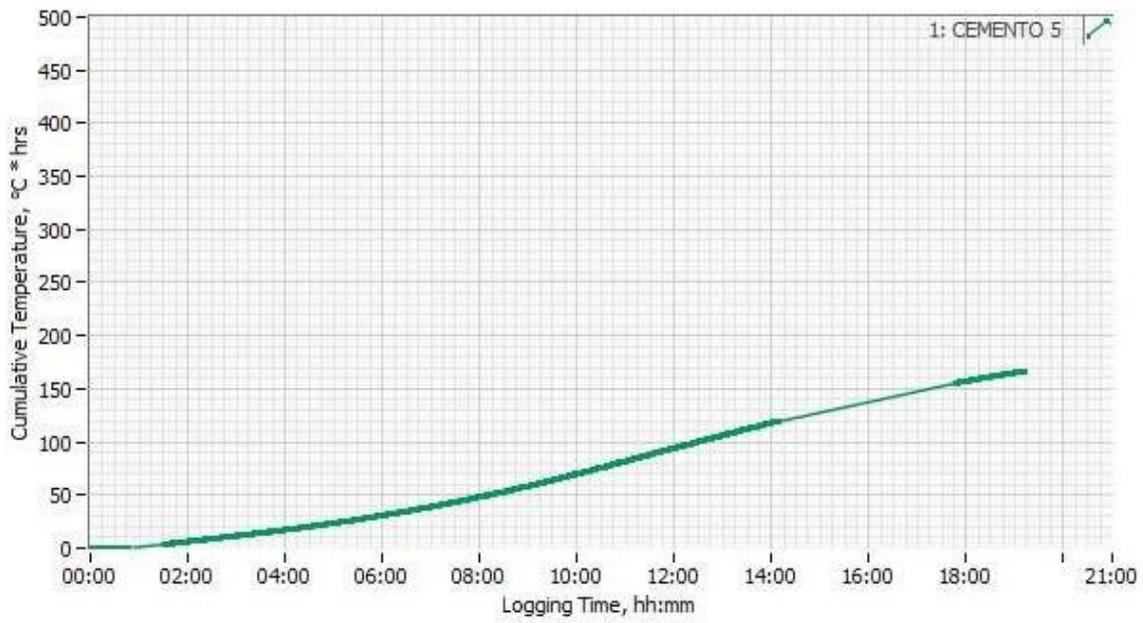
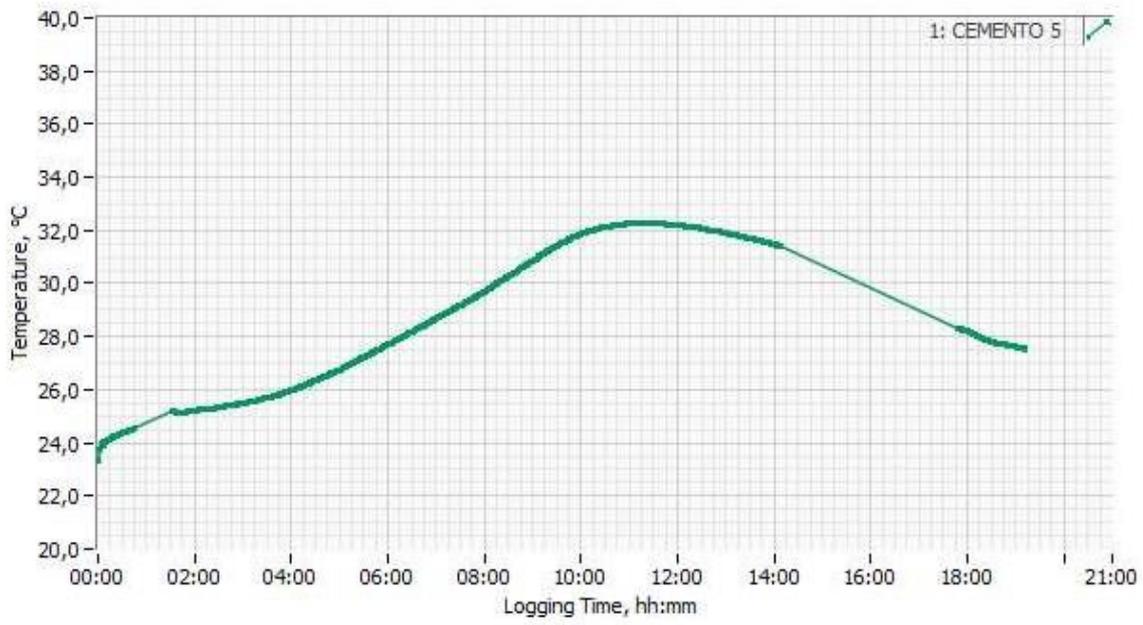
DISCLAIMER: ThermoCal results are only applicable to the samples tested. ThermoCal results are only indicative of concrete performance. Actual concrete tests according to relevant standards and practices are required to validate any results generated by ThermoCal. ThermoCal results do not guarantee any concrete performance whatsoever.

HolcimHeat ThermoCal Report

Summary Table

Mix ID	CEMENTO 5
Tmax °C	32.3
Time@Tmax hh:mm	11:31
Init Set hh:mm	04:19
Final Set hh:mm	06:27

Temperature Graphs



Sample 1

Filename	TCLog_2019-08-12_17-57_A6_CEMENTO_5_mo.txt
Logger 1 SN	AO002/427
Logger 2 SN	AQ866/850
Sample Channel	A6
Start Date, Time	2019-08-12, 17:57
Stop Date, Time	2019-08-13, 13:11
Department Name	Centro de Innovación Holcim
Line Frequency	50 Hz
Thermocouple Type	K
Mix ID	CEMENTO 5
Mix Date, Time	2019-08-12, 17:50
Mix Type	mortar
Technician	YAL
Sample Mass	1300.0 g
Water/Cement Ratio	0.60
Sand/Mortar Ratio	0.00
Reference Cell	A1
Additional Info 1	AGUA = 482,58
Additional Info 2	
Additional Info 3	
Additional Info 4	
1-Day Comp Strength	0.0 MPa
Baseline Temperature	20.0 °C

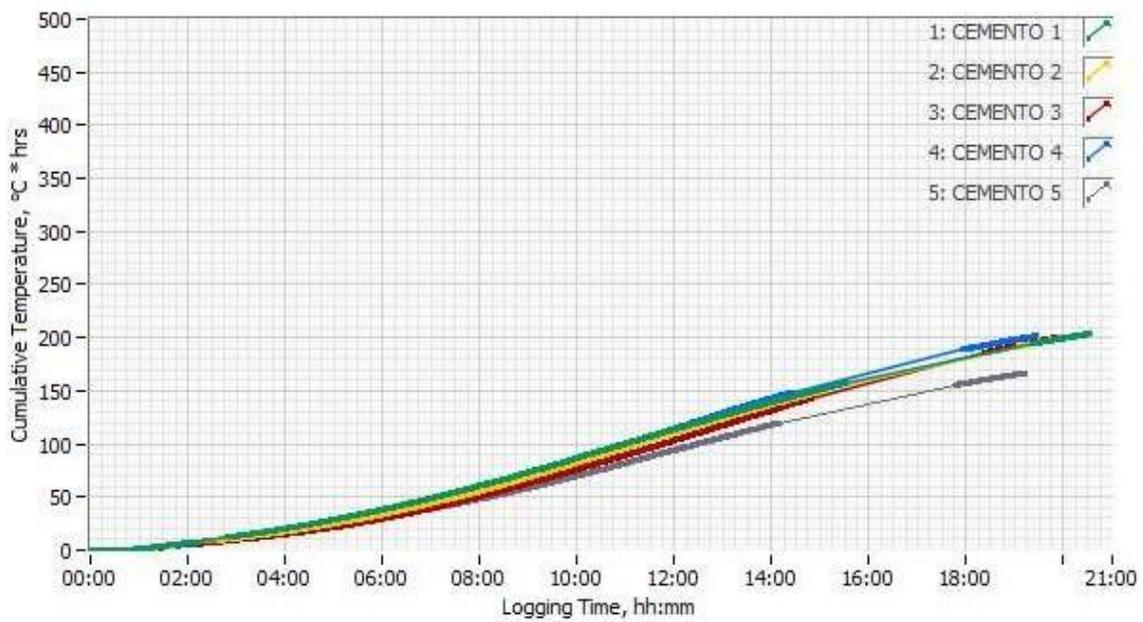
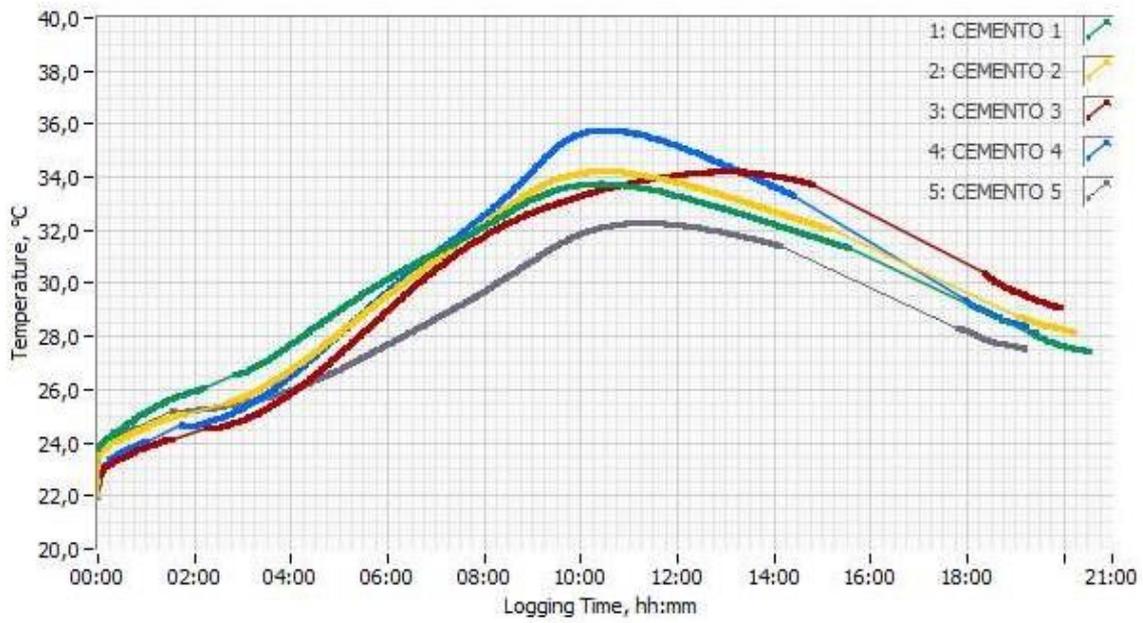
DISCLAIMER: ThermoCal results are only applicable to the samples tested. ThermoCal results are only indicative of concrete performance. Actual concrete tests according to relevant standards and practices are required to validate any results generated by ThermoCal. ThermoCal results do not guarantee any concrete performance whatsoever.

HolcimHeat ThermoCal Report

Summary Table

Mix ID	CEMENTO 1	CEMENTO 2	CEMENTO 3	CEMENTO 4	CEMENTO 5
Tmax °C	33.8	34.2	34.2	35.8	32.3
Time@Tmax hh:mm	10:29	10:33	13:16	10:35	11:31
Init Set hh:mm	03:05	03:47	04:02	03:53	04:19
Final Set hh:mm	04:59	05:35	05:46	05:45	06:27

Temperature Graphs



APÉNDICE E. ENSAYO DE TRACCIÓN DE ESPECÍMENES

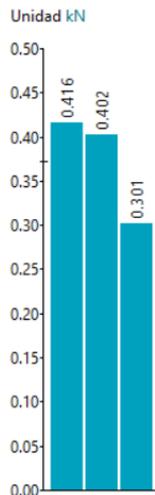
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	9
Mortero:	Cemento 1
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	22/7/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	7 días

Gráfico de Fuerzas



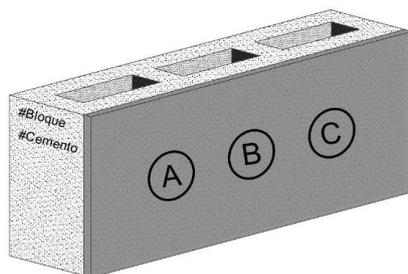
Dispositivo
 N° de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 N° de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

Comentario
 Cemento 1

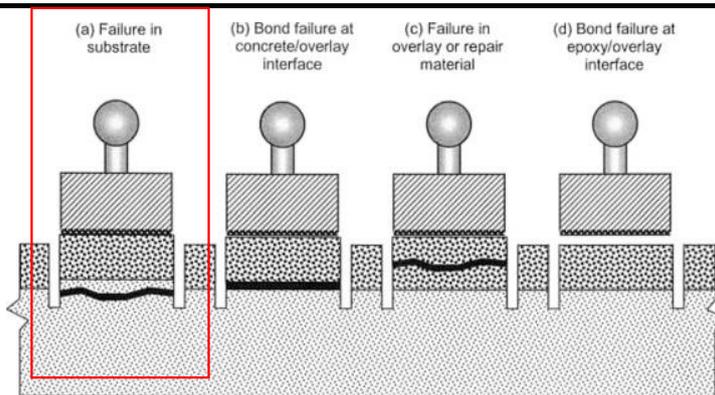


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
9	95	A	0.415	0.25	(a)
	96	B	0.400	0.24	(a)
	97	C	0.300	0.18	(a)

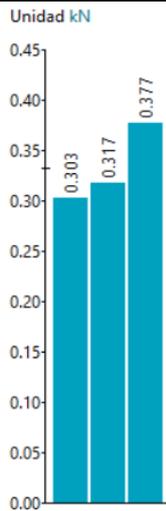
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	13
Mortero:	Cemento 1
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	22/7/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	7 días

Gráfico de Fuerzas



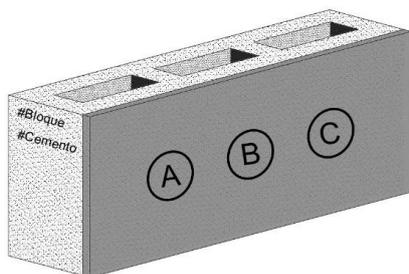
Dispositivo
 N° de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 N° de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

Comentario
 Cemento 1

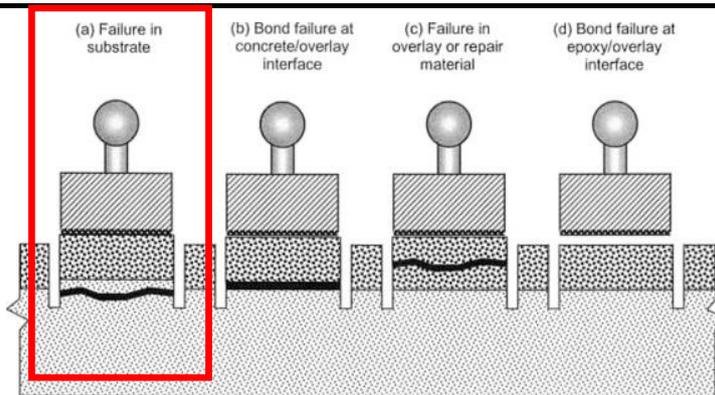


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
13	92	A	0.303	0.18	(a)
	93	B	0.317	0.19	(a)
	94	C	0.377	0.23	(a)

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

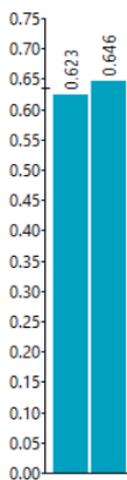
ASTM C 1583

No. De Bloque:	2
Mortero:	Cemento 1
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	22/7/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	7 días

Gráfico de Fuerzas

Unidad kN



Dispositivo

Nº de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 Nº de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

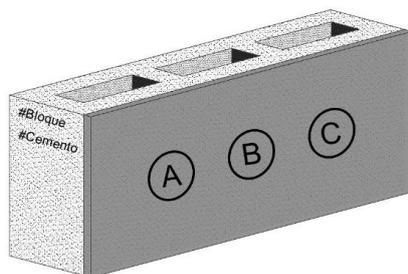
Comentario

Cemento 1

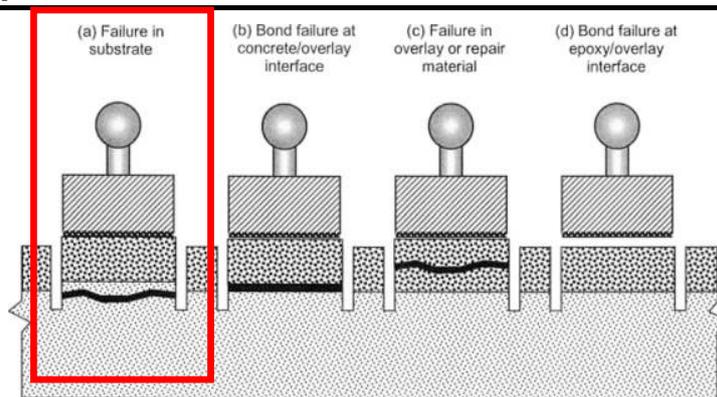


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
2	90	A	0.623	0.38	(a)
	91	B	0.646	0.39	(a)
		C			

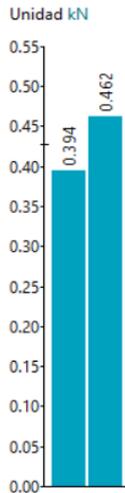
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	1
Mortero:	Cemento 1
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	12/8/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	28 días

Gráfico de Fuerzas



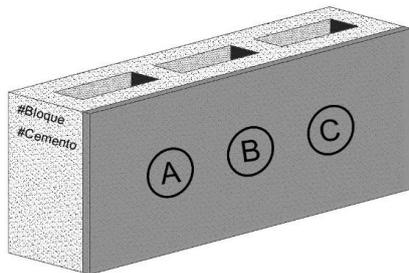
Dispositivo
 N° de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 N° de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

Comentario
 Cemento 1

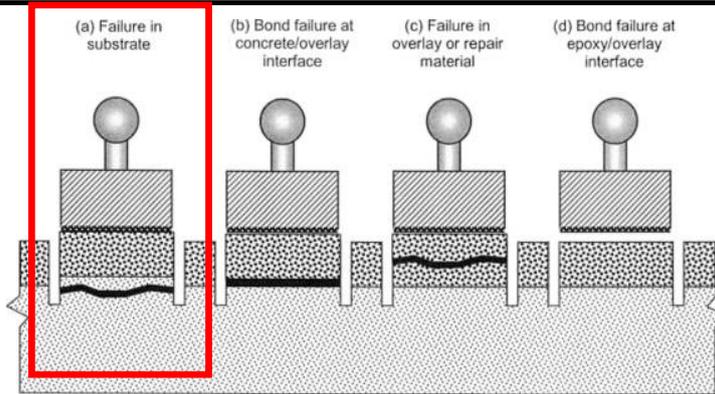


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
1	130	A	0.394	0.24	(a)
	131	B	0.462	0.28	(a)
		C			

Y. Alvarez

Yorly Alvarez

yalvarez@espol.edu.ec

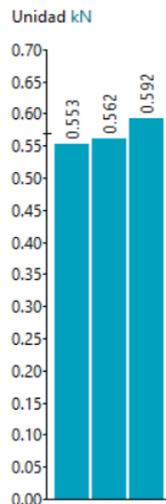
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	11
Mortero:	Cemento 1
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	12/8/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	28 días

Gráfico de Fuerzas



Dispositivo

Nº de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 Nº de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

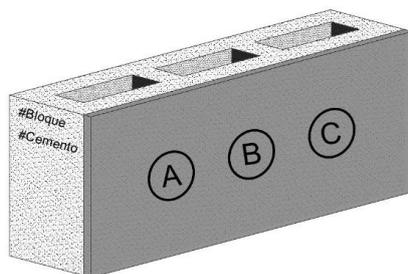
Comentario

Cemento 1

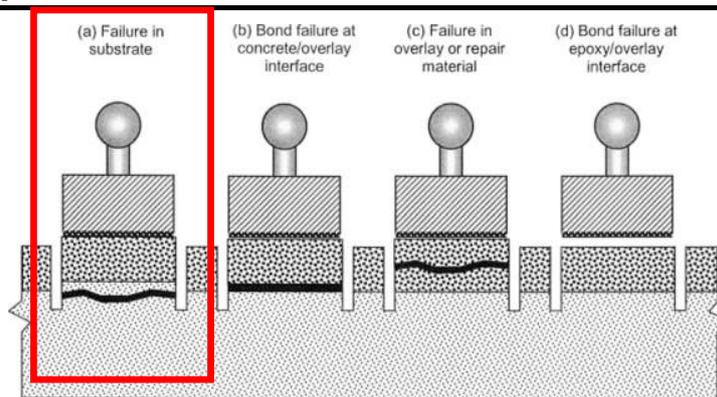


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
11	127	A	0.553	0.33	(a)
	128	B	0.562	0.34	(a)
	129	C	0.592	0.36	(a)

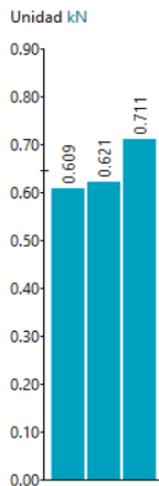
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	44
Mortero:	Cemento 1
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	12/8/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	28 días

Gráfico de Fuerzas



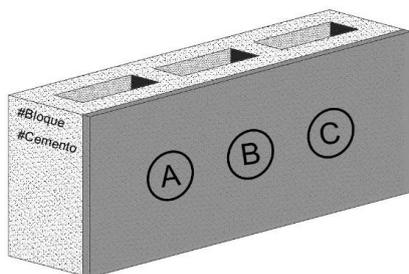
Dispositivo
 N° de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 N° de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

Comentario
 Cemento 1

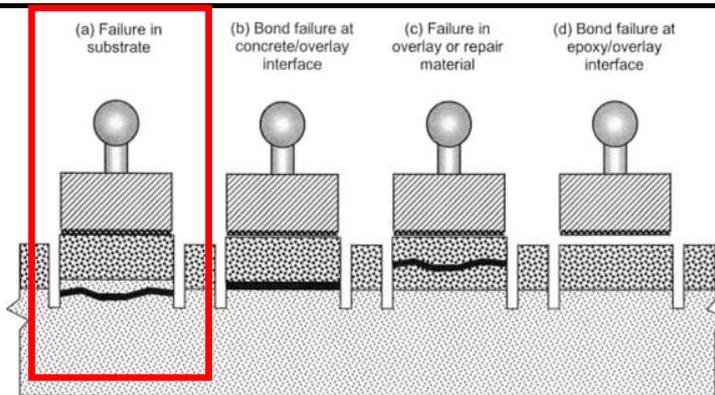


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
44	124	A	0.621	0.37	(a)
	125	B	0.609	0.37	(a)
	126	C	0.711	0.43	(a)

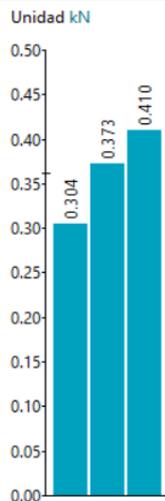
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	10
Mortero:	Cemento 2
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	23/7/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	7 días

Gráfico de Fuerzas



Dispositivo

Nº de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 Nº de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

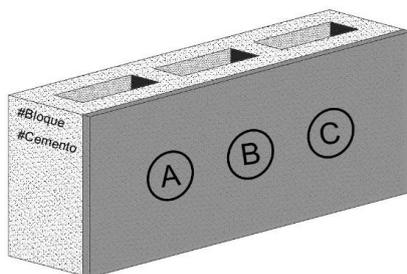
Comentario

Cemento 2

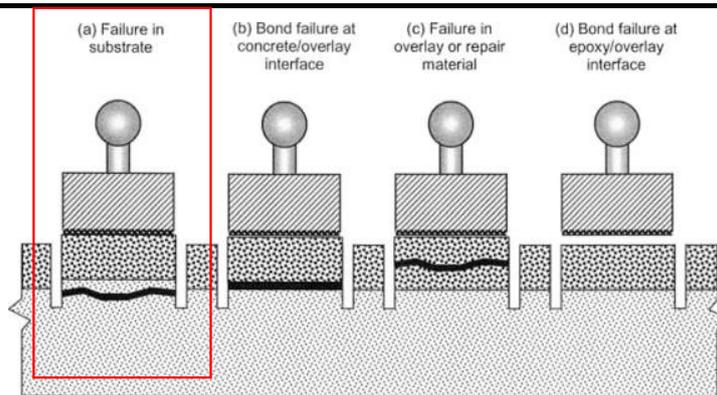


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
10	98	A	0.304	0.18	(a)
	99	B	0.373	0.22	(a)
	100	C	0.410	0.25	(a)

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

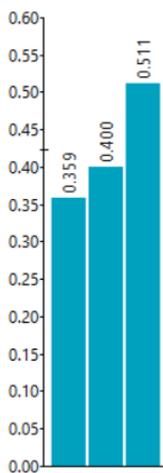
ASTM C 1583

No. De Bloque:	7
Mortero:	Cemento 2
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	23/7/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	7 días

Gráfico de Fuerzas

Unidad kN



Dispositivo

Nº de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 Nº de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

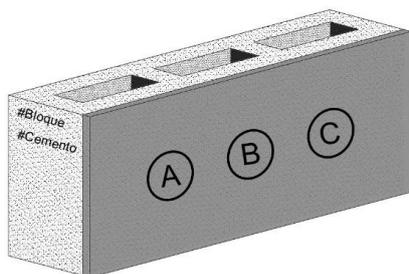
Comentario

Cemento 2

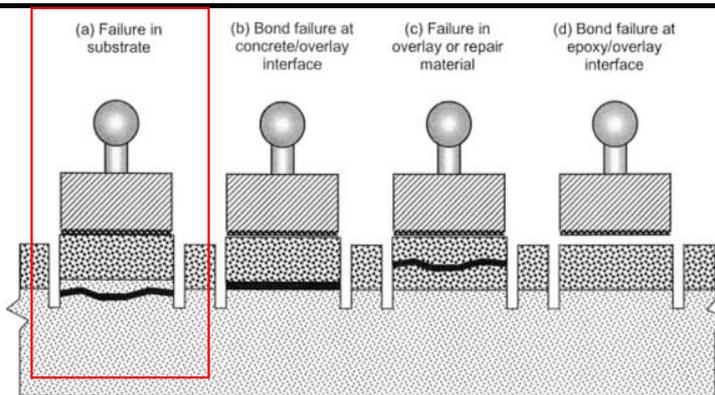


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
7	101	A	0.359	0.22	(a)
	102	B	0.400	0.24	(a)
	103	C	0.511	0.31	(a)

Y. Alvarez

Yorly Alvarez

yalvarez@espol.edu.ec

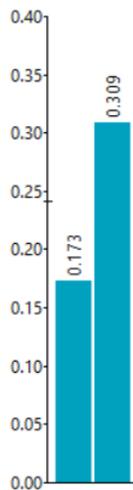
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	38
Mortero:	Cemento 2
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	23/7/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	7 días

Gráfico de Fuerzas



Dispositivo

Nº de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 Nº de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

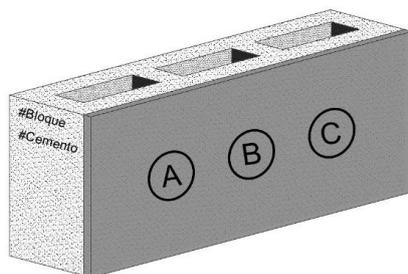
Comentario

Cemento 2

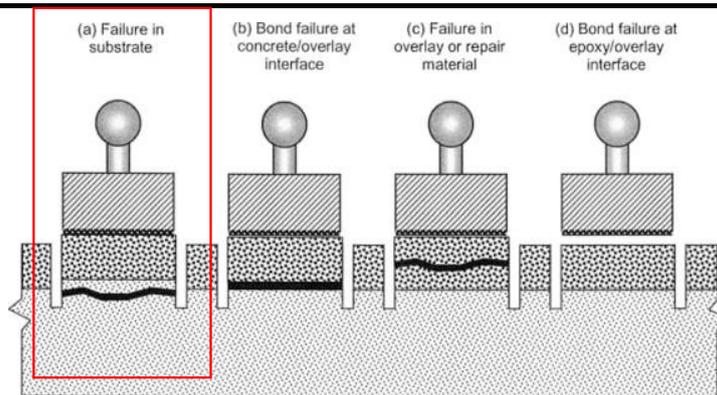


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
38	104	A	0.288	0.17	(a)
	105	B	0.513	0.31	(a)
	106	C			

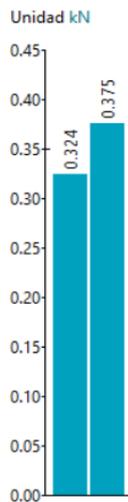
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	14
Mortero:	Cemento 2
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	13/8/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	28 días

Gráfico de Fuerzas



Dispositivo

Nº de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 Nº de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

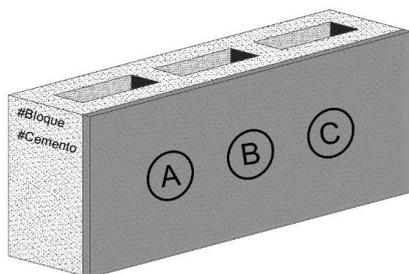
Comentario

Cemento 2

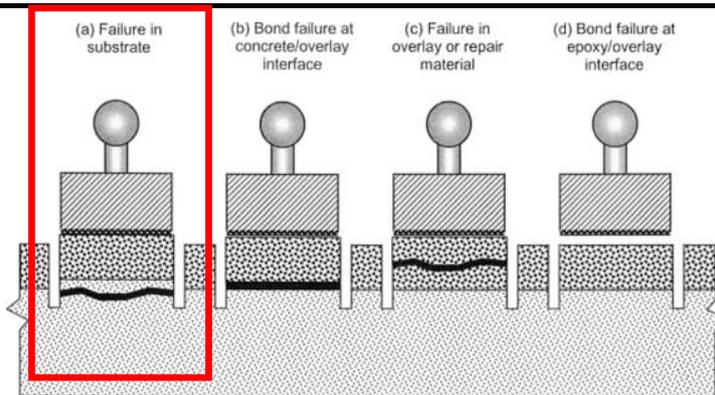


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
14	127	A	0.325	0.20	(a)
	128	B	0.450	0.27	(a)
	129	C			

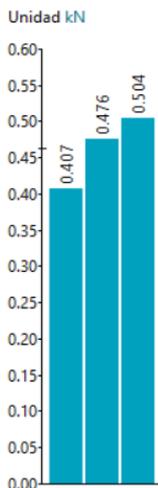
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	31
Mortero:	Cemento 2
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	13/8/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	28 días

Gráfico de Fuerzas



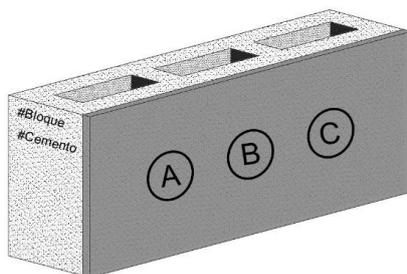
Dispositivo
 N° de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 N° de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

Comentario
 Cemento 2

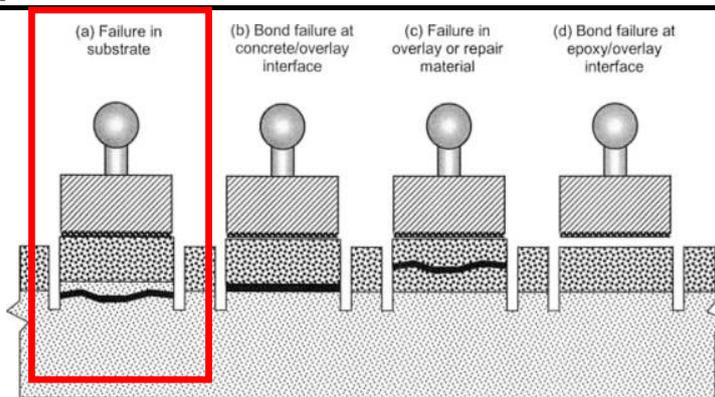


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
31	130	A	0.405	0.25	(a)
	131	B	0.475	0.29	(a)
	132	C	0.505	0.30	(a)

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

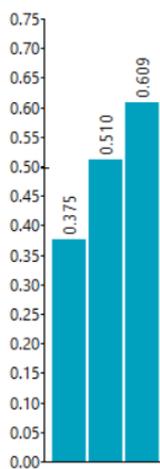
ASTM C 1583

No. De Bloque:	45
Mortero:	Cemento 2
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	13/8/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	28 días

Gráfico de Fuerzas

Unidad kN



Dispositivo

Nº de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 Nº de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

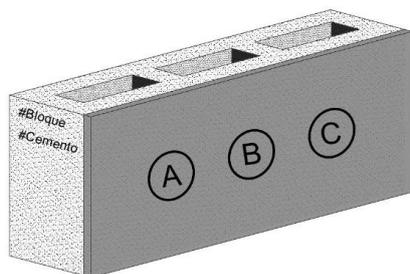
Comentario

Cemento 2

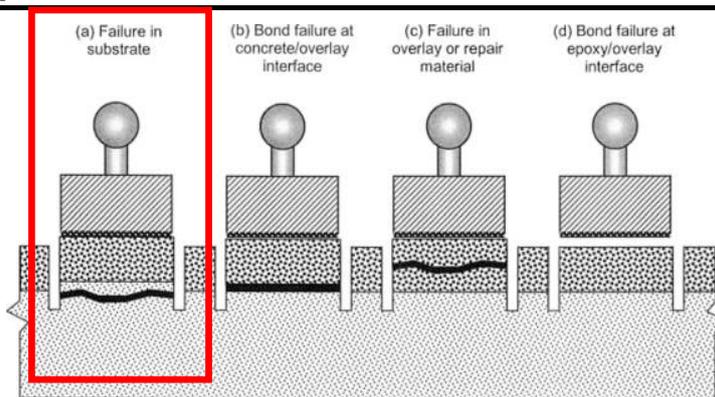


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
45	133	A	0.375	0.23	(a)
	134	B	0.510	0.31	(a)
	135	C	0.609	0.37	(a)

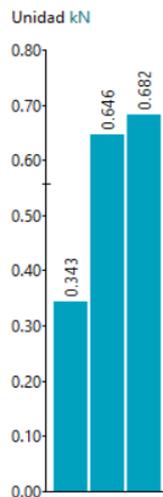
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	17
Mortero:	Cemento 3
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	24/7/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	7 días

Gráfico de Fuerzas



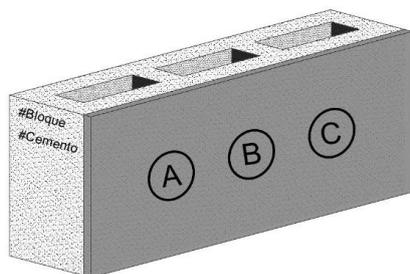
Dispositivo
 N° de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 N° de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

Comentario
 Cemento 3

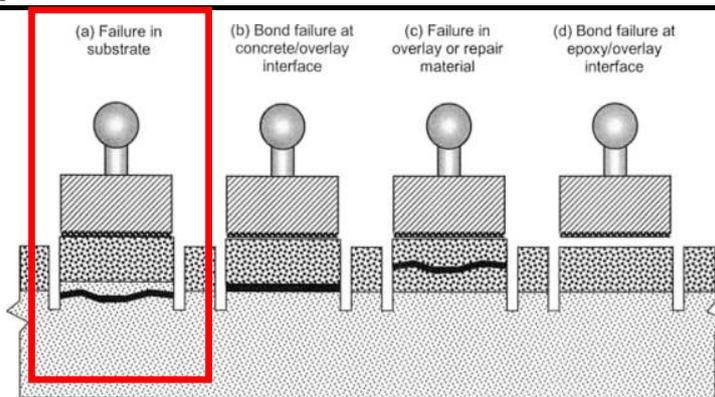


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
17	107	A	0.343	0.21	(a)
	108	B	0.646	0.39	(a)
	109	C	0.682	0.41	(a)

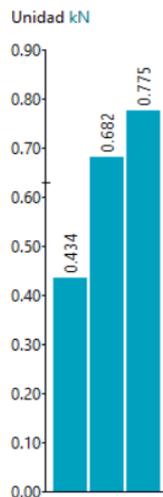
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	6
Mortero:	Cemento 3
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	24/7/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	7 días

Gráfico de Fuerzas



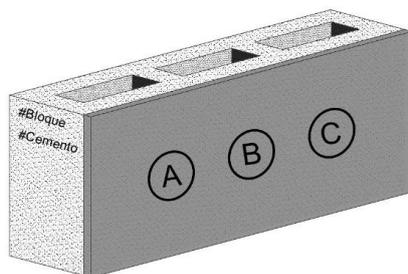
Dispositivo
 N° de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 N° de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

Comentario
 Cemento 3

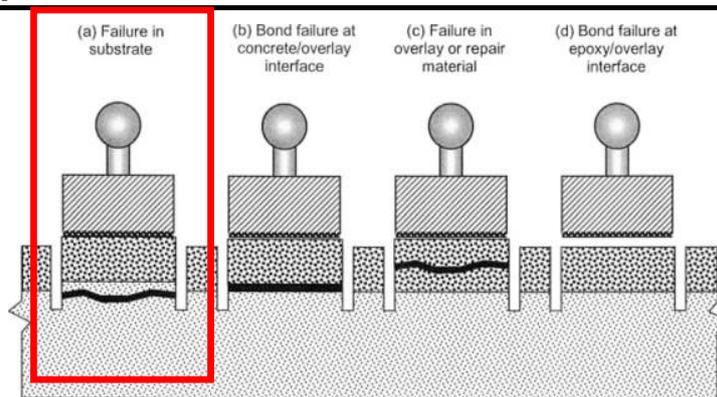


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
6	110	A	0.434	0.26	(a)
	111	B	0.682	0.41	(a)
	112	C	0.775	0.47	(a)

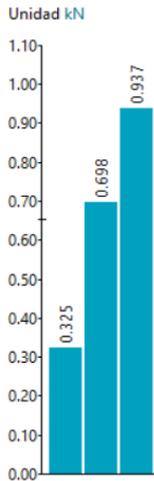
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	43
Mortero:	Cemento 3
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	24/7/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	7 días

Gráfico de Fuerzas



Dispositivo

N° de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 N° de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

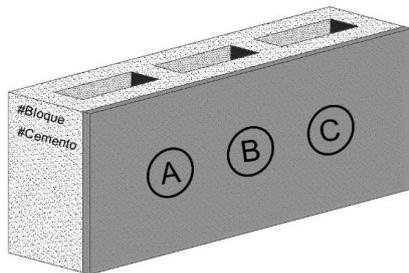
Comentario

Cemento 3

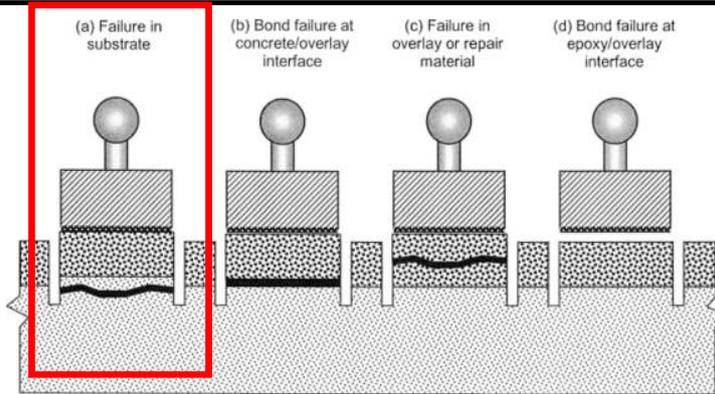


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
43	113	A	0.325	0.20	(a)
	114	B	0.698	0.42	(a)
	115	C	0.937	0.56	(a)

Y. Alvarez

Yorly Alvarez

yalvarez@espol.edu.ec

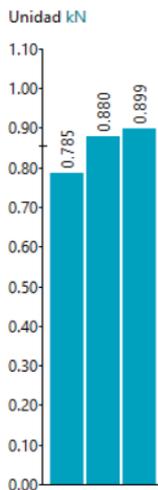
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	16
Mortero:	Cemento 3
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	14/8/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	28 días

Gráfico de Fuerzas



Dispositivo

Nº de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 Nº de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

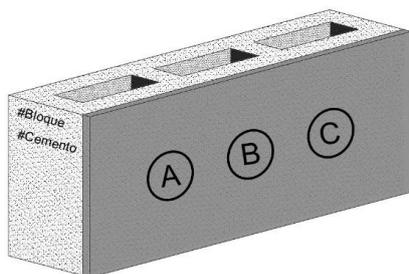
Comentario

Cemento 3

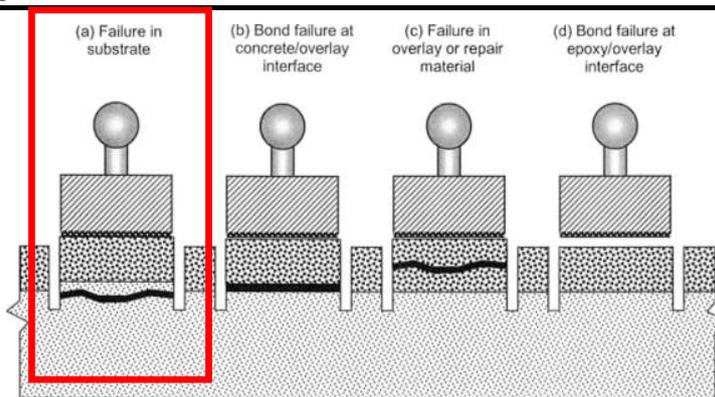


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
16	136	A	0.899	0.54	(a)
	137	B	0.880	0.53	(a)
	138	C	0.785	0.47	(a)

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

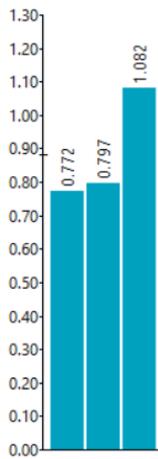
ASTM C 1583

No. De Bloque:	4
Mortero:	Cemento 3
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	14/8/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	28 días

Gráfico de Fuerzas

Unidad kN



Dispositivo

Nº de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 Nº de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

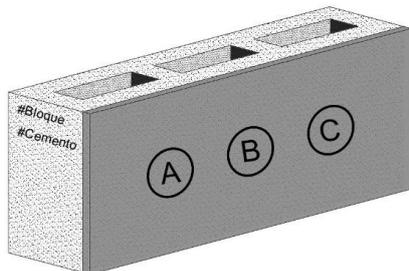
Comentario

Cemento 3

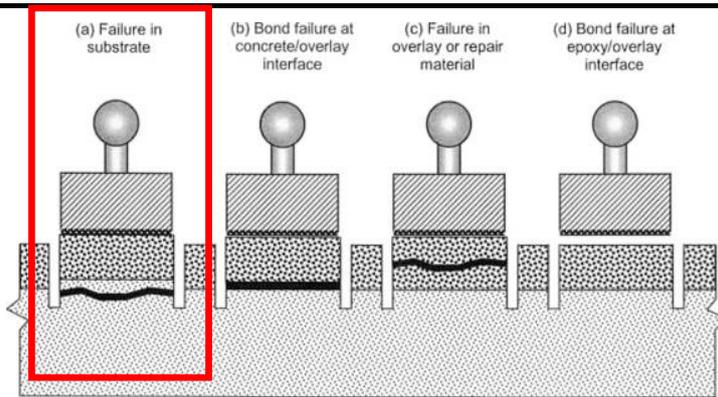


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
4	139	A	0.770	0.47	(a)
	140	B	0.795	0.48	(a)
	141	C	1.080	0.65	(a)

Y. Alvarez

Yorly Alvarez

yalvarez@espol.edu.ec

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

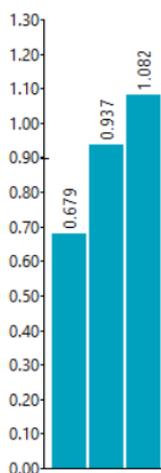
ASTM C 1583

No. De Bloque:	26
Mortero:	Cemento 3
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	14/8/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	28 días

Gráfico de Fuerzas

Unidad kN



Dispositivo

Nº de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 Nº de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

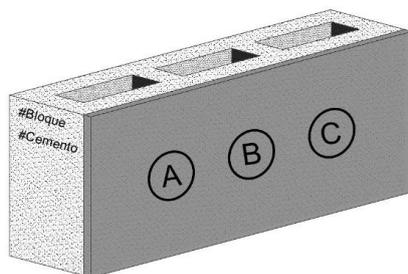
Comentario

Cemento 3

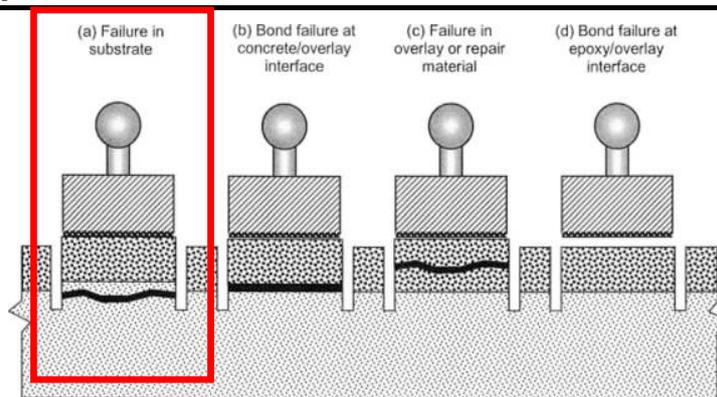


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
26	139	A	0.679	0.41	(a)
	140	B	0.937	0.56	(a)
	141	C	1.082	0.65	(a)

Y. Alvarez

Yorly Alvarez

yalvarez@espol.edu.ec

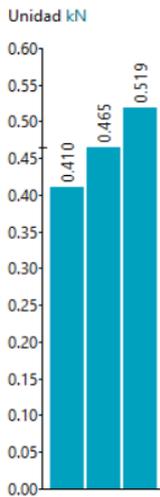
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	5
Mortero:	Cemento 4
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	25/7/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	7 días

Gráfico de Fuerzas



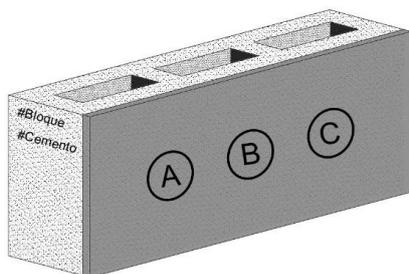
Dispositivo
 N° de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 N° de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

Comentario
 Cemento 4

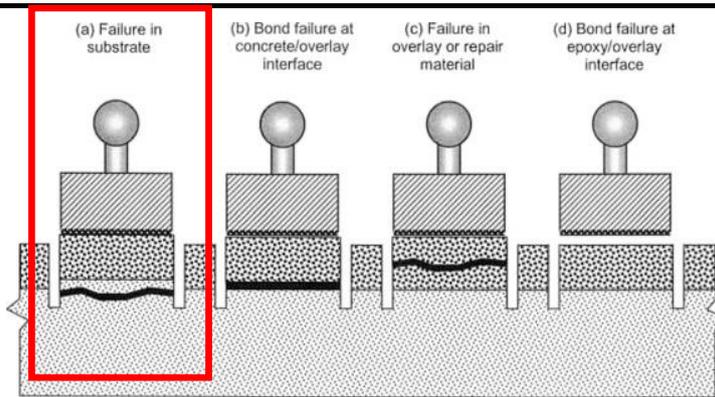


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
5	116	A	0.410	0.25	(a)
	117	B	0.465	0.28	(a)
	118	C	0.519	0.31	(a)

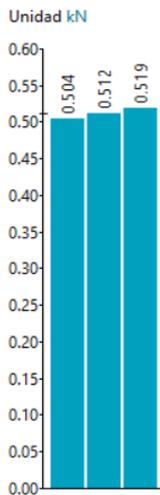
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	24
Mortero:	Cemento 4
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	25/7/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	7 días

Gráfico de Fuerzas



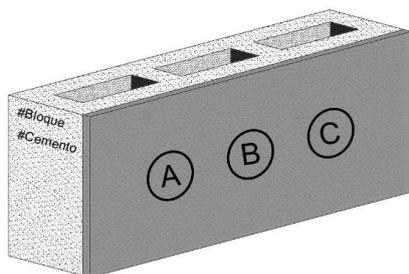
Dispositivo
 N° de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 N° de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

Comentario
 Cemento 4

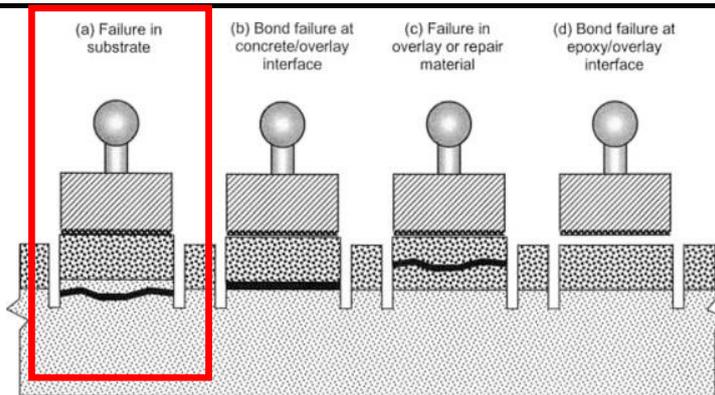


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
24	119	A	0.503	0.30	(a)
	120	B	0.513	0.31	(a)
	121	C	0.519	0.31	(a)

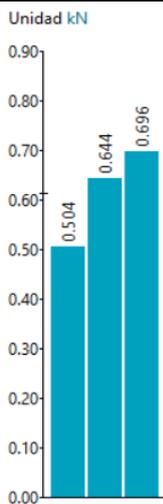
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	40
Mortero:	Cemento 4
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	25/7/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	7 días

Gráfico de Fuerzas



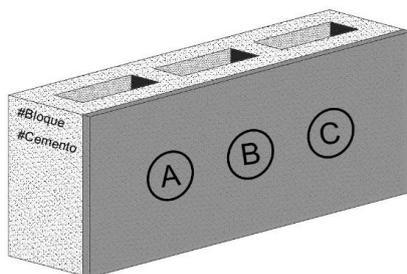
Dispositivo
 N° de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 N° de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

Comentario
 Cemento 4

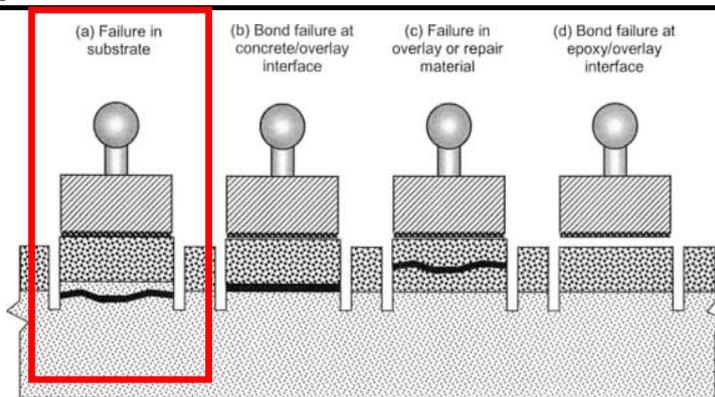


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
40	122	A	0.504	0.30	(a)
	123	B	0.644	0.39	(a)
	124	C	0.696	0.42	(a)

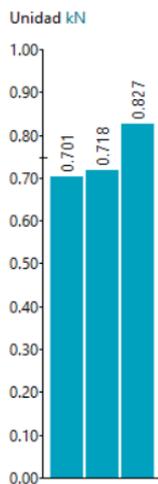
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	15
Mortero:	Cemento 4
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	15/8/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	28 días

Gráfico de Fuerzas



Dispositivo

Nº de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 Nº de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

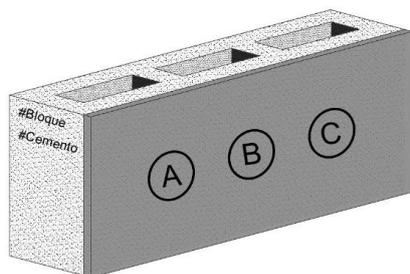
Comentario

Cemento 4

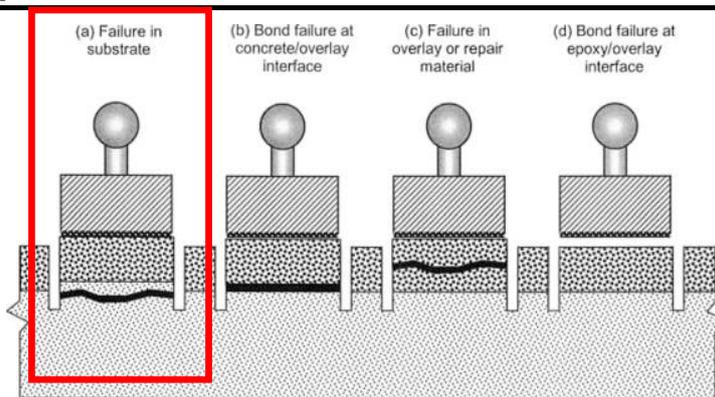


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
15	142	A	0.701	0.42	(a)
	143	B	0.718	0.43	(a)
	144	C	0.827	0.50	(a)

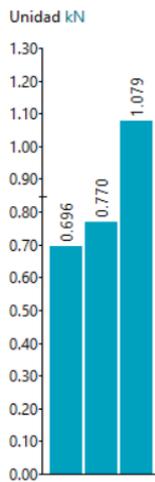
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	28
Mortero:	Cemento 4
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	15/8/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	28 días

Gráfico de Fuerzas



Dispositivo

Nº de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 Nº de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

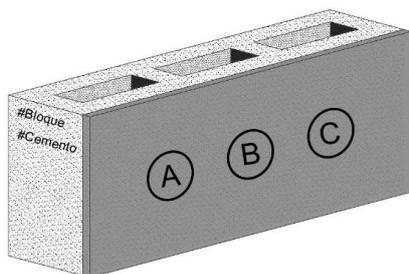
Comentario

Cemento 4

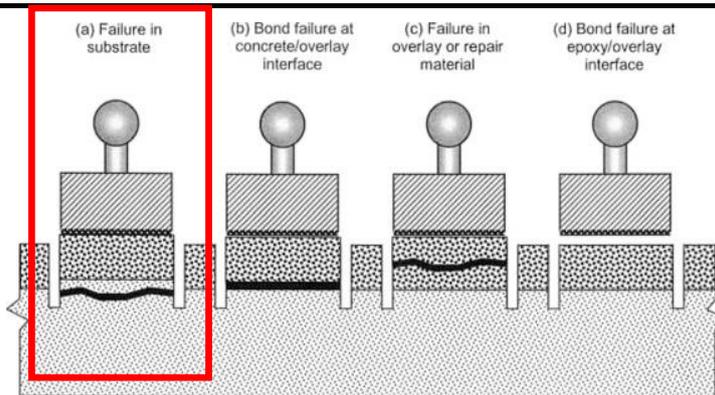


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
28	145	A	0.696	0.42	(a)
	146	B	0.770	0.45	(a)
	147	C	1.079	0.65	(a)

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

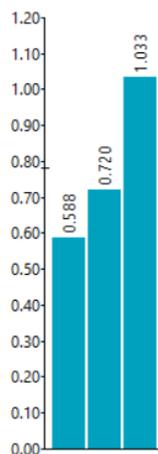
ASTM C 1583

No. De Bloque:	42
Mortero:	Cemento 4
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	15/8/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	28 días

Gráfico de Fuerzas

Unidad kN



Dispositivo

N° de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 N° de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

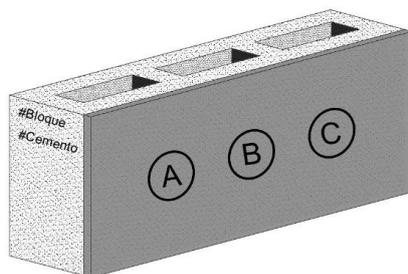
Comentario

Cemento 4

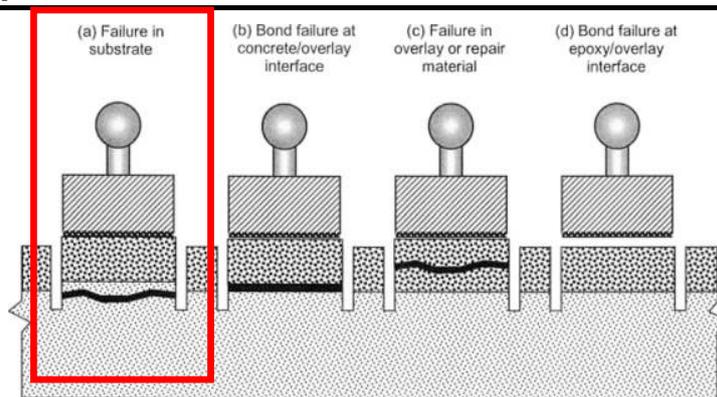


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
42	148	A	0.588	0.35	(a)
	149	B	0.720	0.43	(a)
	150	C	1.033	0.62	(a)

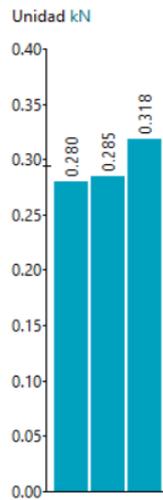
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	25
Mortero:	Cemento 5
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	26/7/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	7 días

Gráfico de Fuerzas



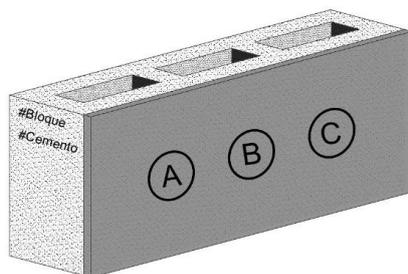
Dispositivo
 N° de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 N° de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

Comentario
 Cemento 5

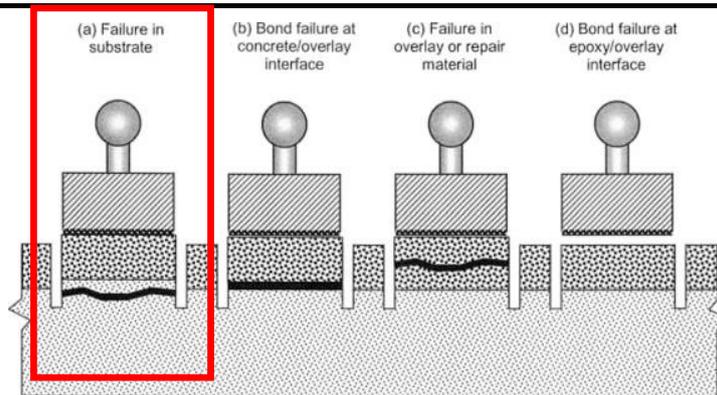


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
25	125	A	0.280	0.17	(a)
	126	B	0.285	0.17	(a)
	127	C	0.318	0.19	(a)

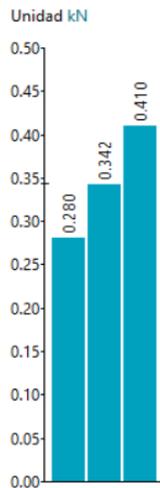
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	50
Mortero:	Cemento 5
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	26/7/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	7 días

Gráfico de Fuerzas



Dispositivo

Nº de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 Nº de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

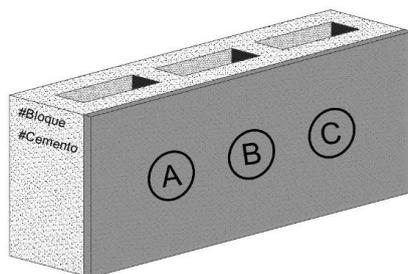
Comentario

Cemento 5

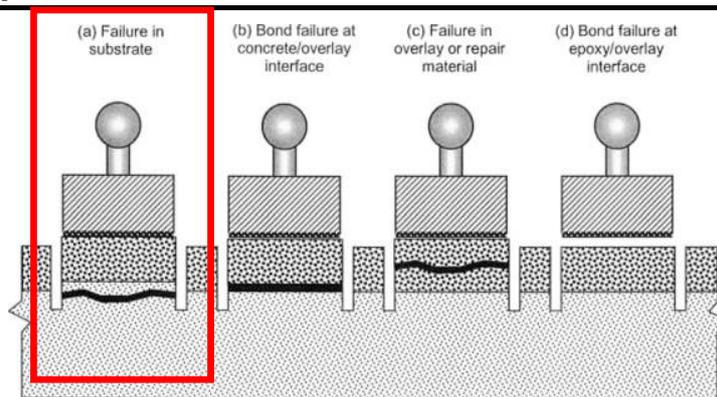


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
50	128	A	0.280	0.17	(a)
	129	B	0.340	0.21	(a)
	130	C	0.410	0.25	(a)

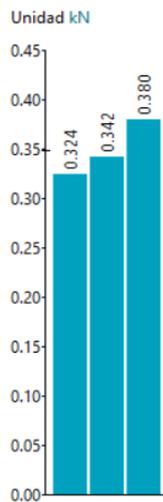
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	36
Mortero:	Cemento 5
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	26/7/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	7 días

Gráfico de Fuerzas



Dispositivo

Nº de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 Nº de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

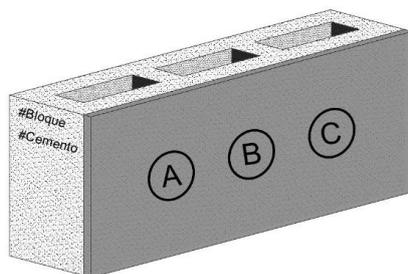
Comentario

Cemento 5

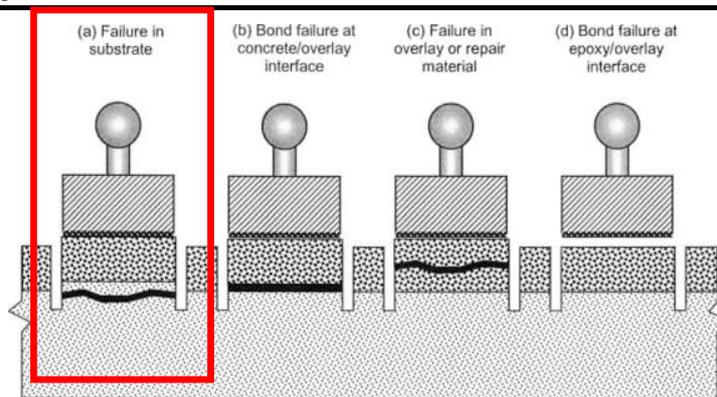


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
36	131	A	0.324	0.19	(a)
	132	B	0.342	0.21	(a)
	133	C	0.380	0.23	(a)

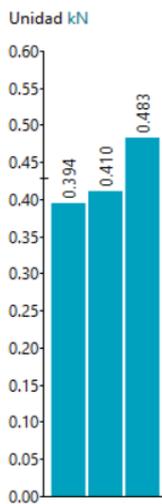
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	25
Mortero:	Cemento 5
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	16/8/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	28 días

Gráfico de Fuerzas



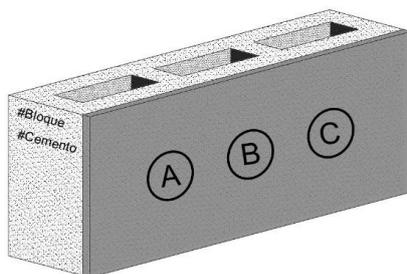
Dispositivo
 N° de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 N° de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

Comentario
 Cemento 5

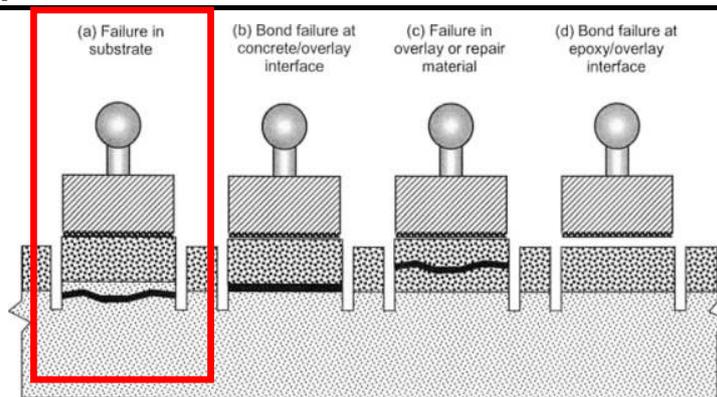


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
25	151	A	0.394	0.24	(a)
	152	B	0.410	0.25	(a)
	153	C	0.483	0.29	(a)

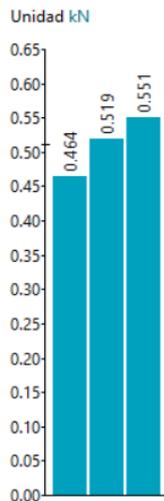
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	39
Mortero:	Cemento 5
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	16/8/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	28 días

Gráfico de Fuerzas



Dispositivo

Nº de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 Nº de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

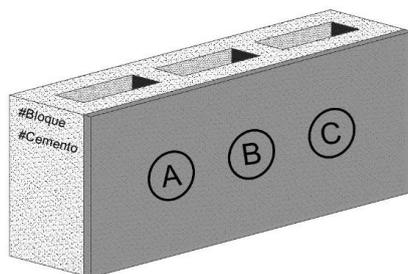
Comentario

Cemento 5

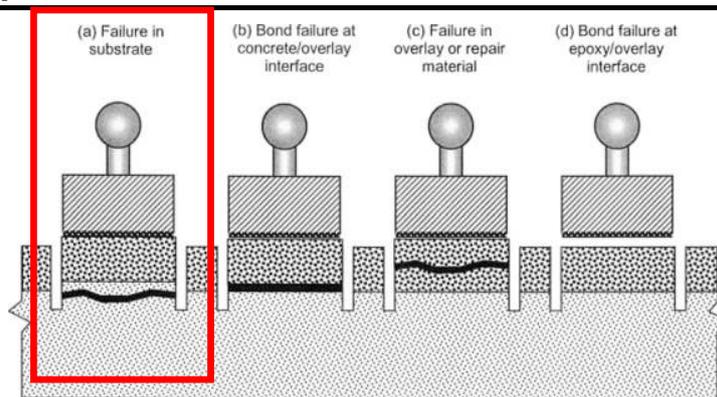


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
39	154	A	0.464	0.28	(a)
	155	B	0.521	0.33	(a)
	156	C	0.551	0.33	(a)

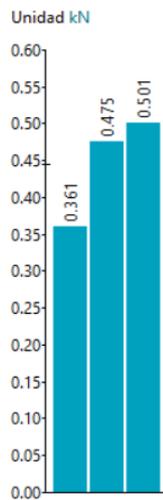
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (PULL-OFF METHOD)

ASTM C 1583

No. De Bloque:	29
Mortero:	Cemento 5
Operador:	Yorly Alvarez

Fecha ensayo:	16/8/2019
Equipo:	Proceq DY-206
Edad ensayo:	28 días

Gráfico de Fuerzas



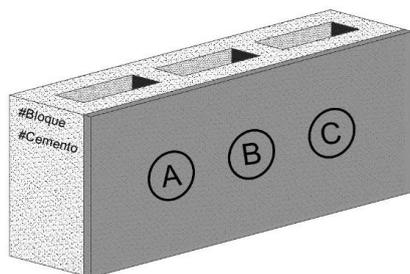
Dispositivo
 N° de serie DT01-007-0027
 Modelo DY-206
 N° de serie del HW DT80-002-1590
 Revisión del HW A2
 Versión del firmware 1.6.3
 Última calibración 07/12/2018

Comentario
 Cemento 5

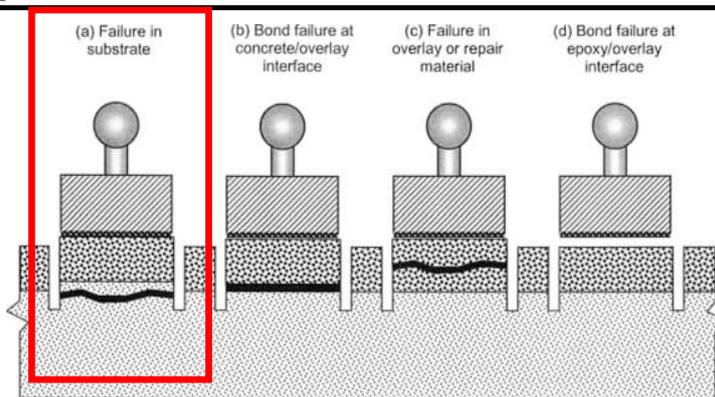


Especímenes ensayados

Tipo de falla observada



Posición de Especímenes



Resultados

# de Boque	# de ensayo	Lugar	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Falla Tipo
29	157	A	0.361	0.22	(a)
	158	B	0.475	0.29	(a)
	159	C	0.501	0.30	(a)