

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA CON NANOSÍLICE

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Marlon Fabricio Arellano Castillo

Juber Oswaldo Fierro Valle

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

A mi Padre Eterno por bendecirme y fortalecerme en cada paso que doy. A mis padres, Wilma Castillo y Galo Arellano, por darme la oportunidad de estudiar y creer siempre en mí, gracias por sus sacrificios, su constante ayuda, consejos e infinito amor. A mi tío Patricio, por su aporte y buen ejemplo. A cada uno de mis familiares y amigos que me han acompañado en esta agradable etapa de mi vida. Y a Oswaldo, por su esfuerzo y dedicación en este proyecto.

Marlon Fabricio Arellano Castillo

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mi familia que con su apoyo y cariño no hubiera podido lograr. Mi más sincero agradecimiento a mi madre por haber sido de gran ayuda en estos años de la universidad, a mi padre por las enseñanzas de vida que ha compartido conmigo. Por último, agradecer a Marlon por su colaboración y dedicación en este gran proyecto.

Juber Oswaldo Fierro Valle

AGRADECIMIENTOS

Nuestra gratitud a la Escuela Superior Politécnica del Litoral por la excelencia académica. De manera especial a cada uno de los profesores de la Facultad de Ciencias de la Tierra por su inmenso aporte en nuestra formación académica. A la empresa Sika Ecuatoriana S.A. particularmente al Ing. Eduardo Torres, Ing. Efrén Aviles, al Ing. Armando Banchon y a los técnicos de laboratorio de concreto, Víctor Bayona, Alejo Piloza, Johnny Olvera, por su inmenso aporte en el presente proyecto.

Marlon Fabricio Arellano Castillo

Juber Oswaldo Fierro Valle

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Marlon Fabricio Arellano Castillo* y *Juber Oswaldo Fierro Valle* damos nuestro 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”

Marlon Fabricio Arellano
Castillo

Juber Oswaldo Fierro
Valle

EVALUADORES

.....
PhD. Miguel Ángel Chávez

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
Ing. Guillermo Muñoz

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente estudio es un requerimiento de la empresa Sika Ecuador S.A. enfocado en la elaboración de un hormigón de alta resistencia con la incorporación de nanosílice. Este aditivo se encuentra en etapa de prueba y estudios; siendo de gran interés debido a las propiedades que otorga a todo tipo de hormigón de acuerdo a las investigaciones y resultados obtenidos en otros países. Basados en el ACI 211 se consideró una resistencia de 42MPa. Se emplearon dos tipos de cemento como son el HE y el GU debido a sus propiedades y requerimientos en obra. Los áridos utilizados fueron piedra caliza y una arena fina de río. Se realizaron los ensayos conforme a la norma ASTM C33 y de acuerdo a las propiedades de dichos agregados se empleó el método de Fuller para el correspondiente diseño. Se elaboró una muestra patrón como control, diseños con nanosílice y como método comparativo dos diseños con adiciones de microsílice con y sin superplastificante. Los resultados generados muestran un HAR con NS que supera la resistencia requerida (4% a 11%), con una densidad semejante a la del diseño patrón y un contenido de aire promedio de 1,24. Por las propiedades analizadas del aditivo puede ser considerado como una alternativa para la elaboración de HAR.

Palabras Clave: Nanosílice, microsílice, trabajabilidad, control de resistencia, Hormigón de Alta Resistencia.

ABSTRACT

The following research is a request from Sika Ecuador and it is focused in the elaboration of high strength concrete, adding nanosilica (Sika Tell 300). This additive is in taste stage, being of great interest due to the properties that it provides to all kinds of concrete, according to the research and result that obtained in other countries, where the company is present. Based on the ACI 211, it was considered a strength of 42 MPa, two kinds of cement were used like the HE and GU, due their properties and requirements in the constructive work. The aggregate agents were limestone of 19 mm (¾ inch) and a them river sand. The testing sand was made according to the ASTM C33 policy and the properties of the aggregates. The Fuller method was used to make the design. A design pattern as control was designed, a nanosilice design and two microsilica design with and without the use of superplastizier as a comparative method. The results generated show a HAR with NS that reaches reaches an average resistance of 4% to 5% higher than expected, with a density similar to the pattern design and an average air content of 1.24. To conclude, the product should be considered as an alternative in the elaboration of HAR due its resistance properties.

Keywords: Nanosilica, microsilica, workability, strength control, hard strength concrete

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
SIMBOLOGÍA.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
CAPÍTULO 1.....	1
Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Marco teórico.....	4
1.4.1 Hormigón de Alta Resistencia	4
1.4.2 Componentes del Hormigón.....	5
1.4.2.1 Cemento	5
1.4.2.1.1 Composición Química del Cemento	6
1.4.2.1.2 Clasificación del Cemento	6
1.4.2.1.3 Selección del tipo de cemento.....	7
1.4.2.2 Agua	8
1.4.2.3 Áridos.....	9
1.4.2.3 Agregado Fino.....	9
1.4.2.4 Agregado Grueso	10

1.4.2.5 Adiciones Minerales.....	11
1.4.2.5.1 Microsílice	11
1.4.2.6 Aditivos Químicos	13
1.4.2.6.1 Superplastificantes	14
1.4.2.6.2 Nanosílice	14
CAPÍTULO 2.....	16
Metodología.....	16
2.1 Diseño experimental.....	16
2.2 Programa Experimental.....	16
2.3 Métodos de dosificación	17
2.3.1 Método de Fuller	18
2.4 Ensayos a los materiales.....	19
2.4.1 Granulometría.....	19
2.4.2 Densidad y absorción de los agregados	20
2.4.3 Peso Unitario de los agregados.....	20
2.5 Dosificación	21
2.6 Ensayos del concreto fresco.	26
2.6.1 Contenido de Aire en el concreto fresco	26
2.6.2 Densidad del Concreto fresco.....	27
2.6.3 sentamiento en el hormigón fresco.....	27
2.7 Ensayos al concreto endurecido.	28
2.7.1 Resistencia a la compresión	28
CAPÍTULO 3.....	29
Resultados Y ANÁLISIS	30
3.1 Dosificaciones con cemento de alta resistencia inicial	30
3.1.1 Resistencia a la compresión a los 3 días	30

3.1.2 Resistencia a la compresión a los 7 días	31
3.1.3 Resistencia a la compresión a los 14 días	32
3.1.4 Resistencia a la compresión a los 28 días	33
3.1.5 Control de Resistencias.....	34
3.2 Dosificaciones con cemento de uso general	36
3.2.1 Resistencia a la compresión a los 3 días	36
3.2.2 Resistencia a la compresión a los 7 días	37
3.2.3 Resistencia a la compresión a los 14 días	38
3.2.4 Resistencia a la compresión a los 28 días	39
3.3 Trabajabilidad en el hormigón fresco.....	40
3.4 Densidad	42
3.5 Aire Incluido.....	43
CAPÍTULO 4.....	43
EVALUACIÓN AMBIENTAL	44
4.1 Matriz de Evaluación	44
4.1.1 Matriz intensidad	44
4.1.2 Matriz extensión	44
4.1.3 Matriz duración	45
4.1.4 Matriz signo	45
4.1.5 Matriz magnitud.....	45
4.1.6 Matriz riesgo.....	45
4.1.7 Matriz reversibilidad	46
4.2 Matriz de valoración del impacto ambiental.....	46
4.2.1 Rango de significancia de la matriz de matriz de valoración de impacto ambiental	
46	
4.3 Plan de mitigación de impactos.....	56

4.3.1 Uso de equipo de protección personal.....	56
4.3.2 Generación de desechos sólidos	57
4.3.3 Generación de aguas residuales.....	57
4.3.4 Generación de desechos peligrosos	57
CAPITULO 5.....	58
ANALISIS DE COSTOS	58
5.1 Precio de materiales.....	58
5.1.2 Precios de las dosificaciones	58
CAPITULO 6.....	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62
Conclusiones.....	62
Recomendaciones.....	63
BIBLIOGRAFIA.....	64
ANEXOS.....	69

ABREVIATURAS

HAR	Hormigón de Alta Resistencia
ASTM	American Society for Testing Materials
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
NEC	Norma Ecuatoriana Construcción
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
ACI	American Concrete Institute
f'c	Resistencia a la compresión
N	Newton
C ₃ S	Alita
C ₂ S	Belita
C ₃ A	Aluminato
C ₄ AF	Ferrita
GU	Uso General
HE	Alta Resistencia Inicial
HS	Alta Resistencia a los Sulfatos
MS	Moderada Resistencia a los Sulfatos
MH	Moderado Calor de Hidratación
LH	Bajo Calor de Hidratación
NS	Nanosílice
MS	Microsílice

SIMBOLOGÍA

°C	Grados centígrados
CO ₂	Dióxido de Carbono
CaCO ₃	Carbonato de calcio
Ca ₃ Al	Aluminato tricálcico
C ₃ S	Silicato Tricálcico
C ₂ S	Silicato Dicálcico
C ₃ A	Aluminato tricálcico
C ₄ AF	Aluminoferrito tetracálcico
cm	Centímetro
g	Gramos
Kg	Kilogramo
kg/m ³	Kilgramo por metro cúbico
lt	Litro
m ³	Metro cúbico
m ² /g	metro cuadrado por gramo
mm	Milímetro
ml	Militros
mg	Miligramos
Mt	miles de toneladas
nm	Nanómetro
pulg	Pulgada
psi	libra por pulgada cuadrada
µm	Micrómetro
SiO ₂	Óxido de Silicio
Si	Silicio

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Fotomicrografía de granos de Cemento Portland(izq.) y partículas de microsílíce(derecha) (Terence C Holland, 2005)	12
Figura 1.2 Fotografía electrónica de nanosílíce a 100 nm. (Pérez Bahamonde, 2008)15	
Figura 2.1 Programa experimental del proyecto (Arellano & Fierro, 2018).....	17
Figura 2.2 Materiales para la elaboración de hormigón de alta resistencia (Arellano & Fierro, 2018).....	18
Figura 2.3 Equipo usado para granulometría (Arellano & Fierro, 2018)	20
Figura 2.4 Ensayo de densidad (Arellano & Fierro, 2018).....	21
Figura 2.5 Olla de Washington (Arellano & Fierro, 2018)	27
Figura 2.7 Ensayo de Asentamiento (Arellano & Fierro, 2018).....	28
Figura 3.1 Resistencia a la compresión a los 3 días usando cemento HE (Arellano & Fierro, 2018).....	30
Figura 3.2 Resultados de la Resistencia a la compresión a los 7 días (Arellano & Fierro, 2018)	31
Figura 3.3 Resistencia a la compresión a los 14 días con cemento de alta resistencia inicial (Arellano & Fierro, 2018)	32
Figura 3.4 Resistencia a la compresión a los 28 días con cemento de alta resistencia inicial (Arellano & Fierro, 2018)	33
Figura 3.5 Control de resistencias de las dosificaciones HE (+1% Nanosílíce) (Arellano & Fierro, 2018).....	34
Figura 3.6 Control de Resistencias con dosificaciones HE (3%Nanosílíce) (Arellano & Fierro, 2018).....	35
Figura 3.7 Resistencia a la compresión a los 3 días usando cemento de uso general (Arellano & Fierro, 2018)	36
Figura 3.8 Resistencia a la compresión a los 7 días usando cemento GU (Arellano & Fierro, 2018).....	37
Figura 3.9 Resultados de la resistencia a la compresión de las dosificaciones con cemento GU (Arellano & Fierro, 2018)	38
Figura 3.10 Resistencia a la compresión a los 28 días con cemento de alta resistencia común (Arellano & Fierro, 2018).....	39

Figura 3.11 Tiempo de trabajabilidad de la dosificación 2 HE (Arellano & Fierro, 2018)
..... 40

Figura 3.12 Tiempo de trabajabilidad de las dosificaciones 5 HE (Arellano & Fierro, 2018)
..... 41

Figura 3.13 Tiempo de trabajabilidad de las dosificaciones 1 GU (Arellano & Fierro, 2018)
..... 41

Figura 3.14 Tiempo de trabajabilidad de las dosificaciones 4 GU (Arellano & Fierro, 2018)
..... 42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Dosificaciones 1 con Cemento HE (Arellano & Fierro, 2018)	23
Tabla 2.2 Dosificaciones 2 con Cemento HE (Arellano & Fierro, 2018)	23
Tabla 2.3 Dosificaciones 3 con Cemento HE (Arellano & Fierro, 2018)	24
Tabla 2.4 Dosificaciones 4 con Cemento HE (Arellano & Fierro, 2018)	24
Tabla 2.5 Dosificaciones 5 con Cemento HE (Arellano & Fierro, 2018)	24
Tabla 2.6 Dosificaciones 6 con Cemento HE (Arellano & Fierro, 2018)	25
Tabla 2.7 Dosificaciones 1 con cemento GU (Arellano & Fierro, 2018).....	25
Tabla 2.8 Dosificaciones 2 con cemento GU (Arellano & Fierro, 2018).....	25
Tabla 2.9 Dosificaciones 3 con cemento GU (Arellano & Fierro, 2018).....	26
Tabla 2.10 Dosificaciones 4 con cemento GU (Arellano & Fierro, 2018).....	26
Tabla 3.1 Resumen del promedio de los resultados de resistencia (HE) (Arellano & Fierro, 2018).....	35
Tabla 3.2 Resumen del promedio de los resultados de resistencia (GU) (Arellano & Fierro, 2018).....	40
Tabla 3.3 Densidad de las dosificaciones (Arellano & Fierro, 2018)	43
Tabla 3.4 Porcentajes de aire en cada dosificación (Arellano & Fierro, 2018)	43
Tabla 4.1 Matriz de Intensidad de Evaluación de Impacto Ambiental (Arellano & Fierro, 2018)	48
Tabla 4.2 Matriz de Extensión de Evaluación de Impacto Ambiental (Arellano & Fierro, 2018)	49
Tabla 4.3 Matriz de Duración de Evaluación de Impacto Ambiental (Arellano & Fierro, 2018)	50
Tabla 4.4 Matriz Signo de evaluación de impacto ambiental (Arellano & Fierro, 2018).....	51
Tabla 4.5 Matriz de Magnitud de evaluación de impacto ambiental (Arellano & Fierro, 2018)	52
Tabla 4.6 Matriz de Reversibilidad de evaluación de impacto ambiental (Arellano & Fierro, 2018).....	53
Tabla 4.7 Matriz de Riesgo de evaluación de impacto ambiental (Arellano & Fierro, 2018)	54
Tabla 4.8 Matriz de Impacto Ambiental (Arellano & Fierro, 2018)	55
Tabla 5.1 Precio de materiales usados en hormigones (Arellano & Fierro, 2018)....	58

Tabla 5.2 Precios Unitarios de las dosificaciones HE (Arellano & Fierro, 2018)..... 58
Tabla 5.3 Precio unitario de dosificaciones con cemento GU (Arellano & Fierro, 2018)
..... 59

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El hormigón en el transcurso del tiempo se ha convertido en el material de construcción más ampliamente utilizado a nivel mundial. Esto se debe a su versatilidad respecto a forma (se puede modelar), función estructural y economía (Sanchez de Guzman, 2000). Los requerimientos especiales de este material han ido en aumento y con ello el desarrollo de nuevos métodos de diseño y producción.

La tecnología del hormigón tras muchas experiencias realizadas muestra la importancia de la calidad de los materiales utilizados, haciendo incapie en el cumplimiento de normativas para su aceptación. Basados en las propiedades de los elementos y una cuidadosa dosificación, se logran hormigones con mejores características. Sin embargo, el uso de los componentes básicos del concreto (cemento, piedra, agua y arena) resultan no ser suficientes para cumplir las exigencias en determinadas obras. Es por ello la necesidad de la implementación de sustancias naturales o químicas en estas mezcla para proporcionar las características deseadas.

Entre las propiedades esenciales consideradas en los diseños de hormigones se destaca la resistencia a la compresión simple y la trabajabilidad. Se conoce que altas proporciones de cemento pueden otorgar mayores resistencias, pero esto genera otros desafíos en las propiedades de la mezcla, existiendo además una cantidad máxima permitida en los diseños, pasado de la cual se presenta retroceso en la resistencia. La creación de plastificantes y posteriormente superplastificantes llegó a revolucionar el mercado debido a la reducción de agua que este aditivo permite y con ello el incremento de resistencia sin verse afectada la trabajabilidad de la mezcla.

La microsílíce es otro de los avances en el hormigón para desarrollar altas resistencias. Debido a sus propiedades cementantes y su finura, permite la elaboración de concretos más densos y resistentes con la ayuda de superplastificantes. El uso de superplastificantes aparece como consecuencia de

implementar un material fino (microsílice) en la mezcla, lo que se traduce en una necesidad mayor de agua.

En la actualidad la nanotecnología ha permitido desarrollar nuevos productos, los cuales también incluyen a la industria de la construcción. Es así como se ha logrado un aditivo con las propiedades de la microsíllice, pero mil veces más pequeña. Este producto, conocido como nanosíllice o sílice en solución está siendo implementado en los diseños de concretos como una alternativa para mejorar las propiedades de los concretos.

1.1 Descripción del problema

Sika Ecuatoriana S.A. es una empresa dedicada a la investigación, fabricación y comercialización de productos y sistemas para la construcción y la industria (SikaEcuatoriana, 2018). Al ser una empresa que lidera el mercado de aditivos para el concreto, han elaborado un producto que se encuentra en estado de prueba, el mismo que se pretende introducir en mercado nacional.

Este aditivo es un líquido desarrollado a base de sílice coloidal y no posee cloruros. De acuerdo a sus características otorga al hormigón mejores propiedades como su resistencia, trabajabilidad, densidad, impermeabilidad, etc. Dado al estado actual del producto, se requiere realizar un estudio de un hormigón de alta resistencia con la inclusión de nanosíllice.

1.2 Justificación del problema

Los países a nivel mundial han incrementado el consumo de cemento debido al desarrollo de su infraestructura. De acuerdo a Federación Interamericana del Cemento (2013) el consumo de cemento en Ecuador llegó a los 6Mt, siendo esta una característica importante a considerar en el desarrollo del país. Muchas son las obras de gran magnitud que se han elaborado en los últimos años, entre las que se destacan carreteras, tuneles, puentes e hidroeléctricas. Este tipo de estructuras

demandan considerables cantidades de concreto, siendo la resistencia una característica de gran importancia.

En el país los HAR comúnmente se vienen desarrollando con adiciones como la microsílíce y el uso de superplastificantes. Dichos productos han tenido una gran aceptación en el mercado de la construcción a nivel mundial.

Sin embargo, se ha demostrado que la elaboración con este tipo de adiciones, al ser un polvo muy fino, genera problemas a la salud como la silicosis, además de requerir el uso de un plastificante para mejorar la trabajabilidad y resistencia. Otro de los desafíos se ocasiona durante la elaboración los hormigones, ya que requiere mayor atención para optimizar su uso.

Con el propósito de proporcionar otra alternativa para la elaboración de HAR y búsqueda de un producto con las propiedades positivas de la microsílíce y evitando las desventajas del mismo, se elabora la nanosílíce, la cual posee partículas de sílice del tamaño de una milésima de las partículas con microsílíce.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Elaborar un hormigón de alta resistencia con aditivo nanosílíce

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Analizar el comportamiento del hormigón de alta resistencia desarrollado con nanosílíce a través de los ensayos de resistencia a la compresión, contenido de aire, densidad y trabajabilidad.
2. Realizar un comparativo entre el hormigón de alta resistencia elaborado con nanosílíce y un HAR con la adición de microsílíce.
3. Elaborar un estudio de costos del hormigón con nanosílíce.
4. Evaluar el impacto ambiental del hormigón con la inclusión de nanosílíce.

1.4 Marco teórico

El hormigón es el resultado de la mezcla de cemento Portland o cualquier otro tipo de cemento hidráulico, agregado fino (arena), agregado grueso (grava) y agua, con o sin aditivos (ACI 318, 2005).

En la elaboración de concretos es muy conocida la receta 3:2:1 la cual hace referencia a la proporción de un saco de 50kg de cemento, 2 de arena y 3 de piedra, sin considerar las características de sus componentes. Este tipo de mezclas permite obtener un hormigón convencional con una resistencia aceptable en obras de no mucha importancia.

Todo hormigón depende en gran medida del tipo de materiales y las propiedades de los mismos. El variar la dosificación de los materiales de ésta mezcla implica una modificación o cambios en sus propiedades mecánicas, tanto en su estado fresco como endurecido. Se pueden obtener concretos en un amplio rango de propiedades ajustando apropiadamente las proporciones de los materiales que lo componen (Nilson, 2001).

1.4.1 Hormigón de Alta Resistencia

La definición de alta resistencia se puede considerar una función de la región geográfica, es decir que en regiones donde se produce comercialmente un hormigón de 60MPa de resistencia a la compresión, alta resistencia podría estar en el rango de 80 a 100MPa (Seguel H., 2006). Sin embargo, conforme a lo que señala el ACI 211 (1993), un hormigón de alta resistencia es aquel que posee una resistencia compresión simple f'_c mayor o igual a 6000psi (42MPa).

Conforma a Imbaquingo (2012) el desarrollo de hormigones que permitieran mejorar la resistencia frente a la acción del clima y su docilidad fue lento, cerca de un siglo tuvo que pasar para que se logaran nuevas alternativas y aditivos.

En la actualidad, es notable el progreso en los medios de producción y dosificación del concreto, existiendo un conocimiento más detallado de las características reológicas y las propiedades mecánicas del mismo. Es así que, debido a los nuevos requerimientos en las estructuras se han logrado hormigones de resistencias cada vez más elevadas (Sánchez Z & Garnica E, 2009).

Las consideraciones para la resistencia de los hormigones se deben a distintos factores tales como el tipo de materiales y su dosificación. Los agregados (la granulometría, forma, resistencia y rigidez de las partículas), el conocer el tipo cemento y sus características, la relación agua/cemento, aditivos a emplear, el curado del hormigón y los factores ambientales.

1.4.2 Componentes del Hormigón

Los materiales seleccionados tienen gran influencia para alcanzar los mejores resultados, es en base a las propiedades de cada uno de los componentes que se realiza la dosificación del concreto. Cada material debe cumplir con la norma establecida para su requerimiento en el diseño.

1.4.2.1 Cemento

El cemento es un material conglomerante que al entrar en contacto con el agua reacciona químicamente adquiriendo propiedades de adherencia y cohesión. Dichas propiedades le permiten unir fragmentos minerales entre sí, formando un todo compacto con resistencia y durabilidad. El cemento hidráulico más común es el cemento Portland, constituido por arcillas y piedras calizas. Dichos materiales pasan por un proceso de calcinación en hornos a altas temperaturas, posteriormente molidos de manera muy fina, obteniendo un producto llamado Clinker. Adicionalmente se agrega una porción de yeso, dando como resultado un material grisáceo con una textura

muy fina. En Ecuador todo cemento debe cumplir con las especificaciones NTE INEN 152 o NTE INEN 490.

Las características del cemento tienen una gran influencia en la resistencia del concreto, pero es más importante aún la cantidad empleada en la mezcla. A medida que se aumente el contenido de cemento en una mezcla, también aumenta su resistencia. Sin embargo, el uso de porciones muy elevadas de cemento (superior a 470kg/m^3) con una relación de agua-cemento muy baja, implica pérdida de resistencia. (Sanchez de Guzman , 2000).

1.4.2.1.1 Composición Química del Cemento

De acuerdo a Garófalo (2015), en la elaboración del cemento los compuestos como cal, sílice, alúmina y óxido de hierro reaccionan para formar productos más complejos hasta alcanzar un estado de equilibrio químico. Dichos compuestos junto a algunas impurezas no se presentan de manera aislada, por lo que se hace referencia a fases que contienen a los mismos en una gran proporción.

Tabla 1.1 Fases y compuestos químicos del cemento Portland (Garófalo, 2015)

Fase	Compuesto	Fórmula Química	Abreviatura
Alita	Silicato tricálcico	$3\text{CaO}, \text{SiO}_2$	C_3S
Belita	Silicato dicálcico	$2\text{CaO}, \text{SiO}_2$	C_2S
Aluminato	Aluminato tricálcico	$3\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A
Ferrita	Aluminoferrito tetracálcico	$4\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF

1.4.2.1.2 Clasificación del Cemento

En referencia a la norma NTE INEN 152 - ASTM C150 (2004) encontramos las especificaciones para el cemento Portland tipo I, II, III, IV y V. Sin embargo, también se encuentra en la norma NTE INEN 2380 - ASTM C1157 (2003) las especificaciones por desempeño para el cemento hidráulico como tipo GU, HE, HS, MS, MH y LH.

A continuación se muestra una tabla resumen con una breve descripción de los diferentes tipos de cemento y la equivalencia entre los cementos portland y los cementos hidráulicos por su desempeño.

Tabla 1.2 Equivalencia de los Tipos de Cemento y su Descripción (ASTM C 1157, 2003)

Cementos Hidráulicos por Desempeño	Descripción del tipo de Cemento	Cementos Portland
GU	Uso General	Tipo I
HE	Alta Resistencia Inicial	Tipo III
HS	Alta Resistencia a los Sulfatos	Tipo V
MS	Moderada Resistencia a los Sulfatos	Tipo II
MH	Moderado Calor de Hidratación	Tipo IV
LH	Bajo Calor de Hidratación	Tipo II

1.4.2.1.3 Selección del tipo de cemento

En relación a los cementos por su desempeño, la norma NTE INEN 2380 - ASTM C1157, (2003) no hace referencia a la composición química. Por lo que solo se consideran los cementos más usados comercialmente, siendo el cemento GU y el HE.

En la actualidad, varias empresas hormigoneras de la ciudad Guayaquil elaboran normalmente sus productos con cemento tipo HE, debido a sus propiedades y los requerimientos en las obras civiles. Sin embargo, la producción y distribución de éste tipo de cemento se realiza comúnmente

en cantidades industriales a diferencia del cemento GU que es fácil acceso al público en general.

En obras de gran importancia donde se requieren hormigones de alta resistencias el uso del cemento tipo GU no es común. Es lógico pensar que para la obtención de elevadas resistencias se buscará un cemento con mejores características.

1.4.2.2 Agua

De acuerdo al ACI 318 (2005) se debe emplear agua limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias nocivas para el concreto o el refuerzo. La calidad del agua es importante porque las impurezas en ella pueden interferir con el fraguado del cemento, afectar negativamente a la resistencia del concreto o causar manchas en su superficie y también pueden conducir a la corrosión del acero de refuerzo. Por estas razones, se debe considerar la idoneidad del agua para mezclar y el curado (Neville, 2010).

El agua cumple dos funciones muy importantes, como es la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable. La hidratación del cemento inicia la reacción química en la mezcla que conlleva al fraguado y endurecimiento del hormigón. Del agua empleada solo se requiere alrededor de un 25% al 30% de la masa del cemento para que se lleve a cabo la hidratación del cemento, el resto del agua con el tiempo se evapora. Dado que el agua ocupaba un espacio dentro de la mezcla, al evaporarse deja vacíos lo que produce una disminución en la resistencia y la durabilidad del hormigón. Sin embargo, si solo se agregara la cantidad óptima para hidratar el cemento, la mezcla no sería trabajable. (Rivera L, 2013)

Referente a la relación agua-cemento en HAR desarrollados actualmente con microsílíce, los estudios muestran que aproximadamente 0.22 es un

porcentaje adecuado para obtener una consistencia adecuada, implicando el uso de aditivos superplastificantes. (Sánchez Z & Garnica E, 2009)

1.4.2.3 Áridos

Los áridos constituyen el esqueleto de hormigón por lo que son responsables de gran parte de la resistencia. Según la NEC SE HM, (2005) el árido fino y grueso para hormigón debe ser limpio, duro, sano y durable, con una distribución granulométrica que se mantenga razonablemente uniforme durante toda la producción. La presencia de sustancias nocivas como: terrones de arcilla, partículas desmenuzables, partículas menores a 75 μm , carbón, etc., se encuentran limitadas dependiendo del uso que tendrá el hormigón. En la norma NTE INEN 872 - ASTM C33 se indican los ensayos que se deben ejecutar en el árido y los requisitos que deben cumplir para su aceptación.

1.4.2.3 Agregado Fino

El agregado fino se define como el agregado pasante por el tamiz 9.5mm (3/8pulg.) y que pasa casi completamente por el tamiz 4.75mm (N.4) y que es retenido casi en su totalidad en el tamiz N.200. (ASTM C125, 2003). Los agregados finos deben consistir en arena natural, arena manufacturada o una combinación de ambas, además de ser un material bien graduado cumpliendo con la norma ASTM C33,(2002).

El uso de la arena tiene varias conotaciones importantes, como el otorgar manejabilidad a la mezcla. A su vez, una mezcla es aspera y poco cohesiva cuando posee un bajo porcentaje de arena, comunmente con el uso de grenas muy gruesas. En caso de trabajar con arenas muy finas, la tendencia es tener una mezcla con un alto contenido de arena, lo cual implica un requerimiento mayor de agua, ocasionando una pérdida de

resistencia. En los HAR la arena que se busca es aquella que demande la mínima cantidad de agua posible. (Alaejos G. & Fernández C., 1994).

De acuerdo Sanchez de Guzman (2000), para obtener una buena trabajabilidad en los hormigones, con una relación agua cemento establecida, la cantidad de arena requerida en una mezcla debe ser menor si la arena es fina, y mayor si es gruesa. De manera general, el módulo de finura de la arena debe estar entre 2.2 y 3.0 y cumplir con los requerimientos de las normas antes mencionadas.

1.4.2.4 Agregado Grueso

La norma ASTM C125 (2003) define al agregado grueso como el agregado retenido en el tamiz N.4 (4.75mm). El mismo que puede ser gravas, rocas de gran tamaño trituradas u otro material granular de similares características. En base a la norma ASTM C33 (2002) el agregado grueso para el hormigón debe estar compuesto por partículas o fragmentos resistentes y duros, libres de material vegetal, de exceso de partículas alargadas, así como de material mineral cubierto de arcilla u otro material inconveniente. A su vez, se debe procurar que este material sea bien graduado de acuerdo a la norma ASTM C136, (1996).

Otra de las consideraciones para la elección de este tipo de material es saber su origen o procedencia, debido a las propiedades físicas que se buscan para un HAR. En Guayaquil, el agregado grueso comunmente utilizado es la piedra caliza, procedente del triturado de la formación San Eduardo.

Según Revelo A. (2016), a medida que se disminuye el tamaño máximo del agregado este tiende a incrementar su resistencia, debido a reducción de esfuerzos de adherencia, por el aumento de superficie específica de las

partículas . Por lo que se recomienda trabajar con un agregado de 19mm (3/4 pulgada) o menores.

La relación entre este agregado y el material cementante resulta ser una característica importante. Cuando se realiza un ensayo de resistencia a la compresión simple, se aprecia que la rotura de los cilindros de hormigón es comunmente uniforme respecto al conjunto pasta-agregado, lo que ejemplifica la importancia de la resistecia y rigidez del agregado utilizado en la mezcla. En HAR se recomendable trabajar con un material muy denso y de baja porosidad.

1.4.2.5 Adiciones Minerales

La norma ASTM C125, (2003) menciona a las adiciones a los minerales inorgánicos activos hidráulicamente o inertes, finamente pulverizados, que se adicionan al cemento hidráulico para impartirle o modificarle ciertas propiedades, pudiendo ser agregados en el crudo o pulverizados conjuntamente con el clinker, durante la fabricación del cemento hidráulico o bien agregados inmediatamente antes o durante la mezcla de morteros o concretos.

Según Portugal Barriga, (2007) el uso de adiciones minerales para el concreto como la ceniza volante y el filler calizo, se ha difundido mundialmente. Las mejoradas propiedades del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido, hacen que el uso de adiciones ya sean naturales o artificiales sea muy recomendado

1.4.2.5.1 Microsílice

De acuerdo con Allauca, (2010) la microsíllice (o humo de sílice) es considerada como una “súper puzolana” por las propiedades que proporciona al cemento. Según el ACI 116R, (2000) el humo de sílice se

define como un “muy fino y no cristalino sílice producido en hornos de arco eléctrico como un subproducto de la producción de silicio o de aleaciones elementales que contienen silicio; también es conocido como humo de sílice condensado o microsílíce”.

El humo de sílice tiene un alto contenido de SiO_2 amorfo y está compuesto por partículas esféricas extremadamente finas que se usan como aditivo para mejorar el concreto (M.I. Abdou, & Hesham Abuseda, 2015). Estas partículas poseen diámetros promedios entre 0,1 a 0,2 μm (micrones), 100 veces más finos que los de las partículas de cemento.

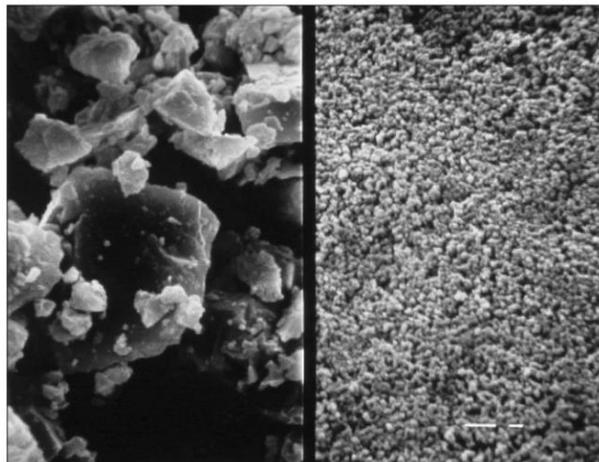


Figura 1.1 Fotomicrografía de granos de Cemento Portland(izq.) y partículas de microsílíce(derecha) (Terence C Holland, 2005)

Al ser un material cementante adicional es capaz de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón (Yepez & Calderón, 2014). Por esta razón, la microsílíce produce un aumento en la demanda de agua de la mezcla debido a su alta área superficial, además de proporcionar viscosidad al hormigón, lo cual disminuye su trabajabilidad. Por ello, el desarrollo de hormigones de alto desempeño necesita de la incorporación de un reductor de agua de alto rango (Yepez & Calderón, 2014).

1.4.2.6 Aditivos Químicos

De acuerdo a Hirschi, (2010), los aditivos del hormigón son líquidos o polvos que se añaden al hormigón durante el mezclado en pequeñas cantidades, con el objetivo de influir en las propiedades en estado fresco o endurecido, de manera química o física en los hormigones. Las proporciones dependen del contenido de cemento de diseño un ingrediente más en los diseños de HAR.

El uso de este aditivo no está dirigido a mejorar el cemento sino en ayudar a la transformación de algunos de los caracteres o propiedades de un producto terminado. En otras palabras, el aditivo no se limita a actuar sobre el cemento, sino ejerce su función sobre los otros componentes que conforman el concreto. Se debe tomar en cuenta en esta acción la dosificación y las propiedades de los componentes. (Rivera L, 2013).

De acuerdo con la norma ASTM C494,(2004) los aditivos químicos estan clasificados de la siguiente manera:

Tabla 0.3 Tipos de aditivos (ASTM C494, 2004)

Tipo	Características
A	Actúa como reductor de agua
B	Actúa como retardador de fraguado
C	Actúa como acelerante
D	Actúa como reductor de agua y retardador de fraguado
E	Actúa como reductor de agua y acelerante
F	Actúa como reductor de agua de alto rango
G	Actúa como reductor de agua de alto rango y retardador

De acuerdo con a esta clasificación, para los HAR se requiere el uso de un aditivo reductor de agua de alto rango, ya que es a través de la disminución de agua en la mezcla el medio para alcanzar mejores valores de resistencia.

1.4.2.6.1 Superplastificantes

Los Superplastificantes corresponden a una nueva generación de aditivos plastificadores en base a productos melamínicos o naftalínicos. Constituyen una evolución a los aditivos reductores de agua, en que la absorción y capacidad de dispersión del cemento es mucho más acentuada (Hernández P., 2005). De acuerdo a la norma ASTM C494, (2004) los superplastificantes pertenecen a los aditivos tipo F.

En la actualidad el uso de superplastificantes es parte integral en el diseño de HAR debido la capacidad de reducir la cantidad de agua requerida para el amasado y a la vez aumenta la trabajabilidad del concreto, manteniendo la misma relación agua-cemento. Este tipo de aditivos con una correcta dosificación ha permitido el desarrollo de hormigones con una estructura más densa y resistente.

1.4.2.6.2 Nanosílice

Este producto nace ante la necesidad de la innovación y se promueve como alternativa a la microsílice, la cual ha sido usada satisfactoriamente por décadas en los hormigones casi como producto exclusivo de adición. (Pérez Bahamonde, 2008). La nanosílice coloidal se fabrica como una suspensión estabilizada por un agente dispersivo, en una forma lista para usar como aditivo líquido. (Said, et all 2012)

Nanosílice es sílice en nanoestructura y tiene una gran área de superficie que puede entrar en los poros de los agregados de la mezcla .A su vez se distribuye y combina con todos los elemntos, lo que le permite desarrollar sus propiedades. Lo que genera un hormigón más compacto, con menos huecos, más resistente y con una estructura más homogénea. (Abo El-Enein, et all, 2016). Las partículas del nanosílice poseen un tamaño nanométrico, entre 3 nm. y 150 nm (1 nm.= 10^{-9} m.)

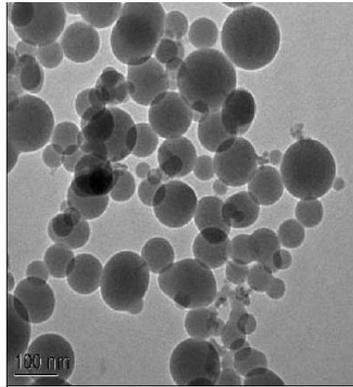


Figura 1.2 Fotografía electrónica de nanosílice a 100 nm. (Pérez, 2008)

Creada como producto principal, directamente para ser usada en el hormigón, la nanosílice consiste en nanopartículas de sílice modificadas químicamente para permitirles estar en solución, ser estables, tener aún mejores propiedades que la microsílice, y con la clara ventaja de no contaminar; ni al medio ambiente ni a los operadores, y de carecer de sus desventajas de aglomeración y retracción. (Seguel Herrera, 2006)

Tabla 1.5 Resumen comparativo de las propiedades físicas de los materiales en estudio. (Pérez Bahamonde, 2008)

COMPARACION DE PROPIEDADES FISICAS DE MATERIALES EN ESTUDIO				
Material	Densidad (Kg/m ³)	Tamaño de las partículas (nm)	Superficie Especifica (m ² /g)	Apariencia
CEMENTO	1500	50.000	-	Polvo seco
MICROSÍLICE	300	100-200	18-20	Polvo seco
NANOSÍLICE	1030	3-150	20-1000	Líquido

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

2.1 Diseño experimental

Este proyecto tiene como finalidad caracterizar los hormigones convencionales en comparación con los concretos que poseen adiciones de nanosílice y microsílice. Se evaluó la resistencia a la compresión y se estudió la trabajabilidad de los mismos para diferentes dosificaciones.

2.2 Programa Experimental.

Se realizaron distintas mezclas de hormigón, donde a una muestra se le agrega la adición de microsílice y a otra nanosílice. La muestra patrón sirve de control, se realizaron variaciones en los porcentajes de microsílice y nanosílice.

Los ensayos de este proyecto integrador fueron realizados en el Laboratorio de Ensayos y Materiales de la empresa Sika Ecuatoriana S.A, en base al equipo disponible del mismo.

Usando los resultados de las pruebas realizadas en las muestras de hormigón, se pueden determinar las propiedades características en estado fresco como densidad, porcentaje de aire incluido, trabajabilidad y tomar la temperatura correspondiente. Para el concreto endurecido se realizó el ensayo de resistencia a compresión.

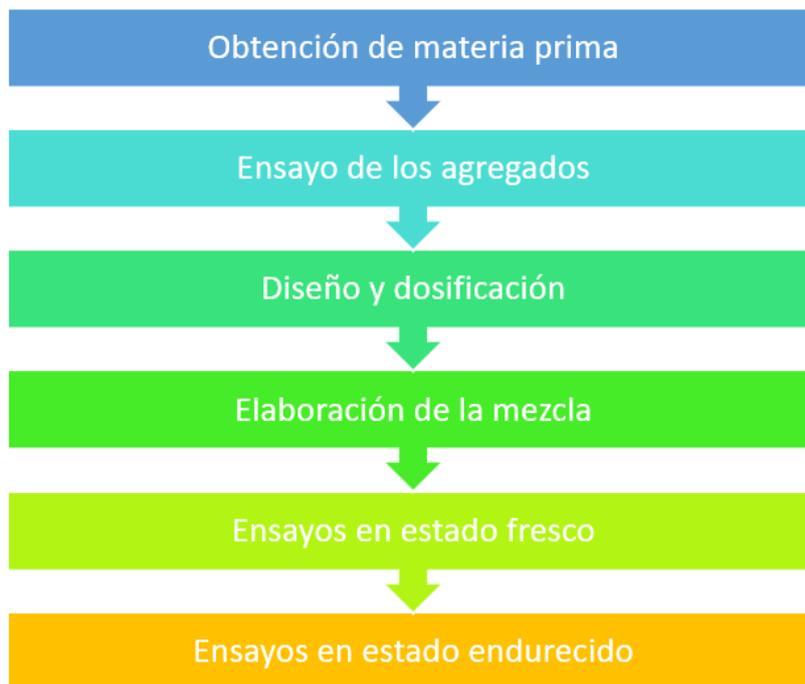


Figura 2.1 Programa experimental del proyecto (Arellano & Fierro, 2018)

2.3 Métodos de dosificación

Existen varios métodos para determinar las proporciones de los componentes del hormigón, que pueden cumplir ciertas características requeridas por el cliente, entre éstas se mencionan la compacidad, resistencia a la compresión, trabajabilidad, contenido de aire, durabilidad, entre otras. Entre los métodos más reconocidos destacan el ACI y el método de Fuller.

Los resultados teóricos de las cantidades a utilizarse deben ser verificados mediante los ensayos que comprueben que dicha dosificación cumple con las características requeridas. Esta comprobación se hace debido a que los métodos de dosificación no logran considerar todos los factores que inciden en las características del concreto requerido.

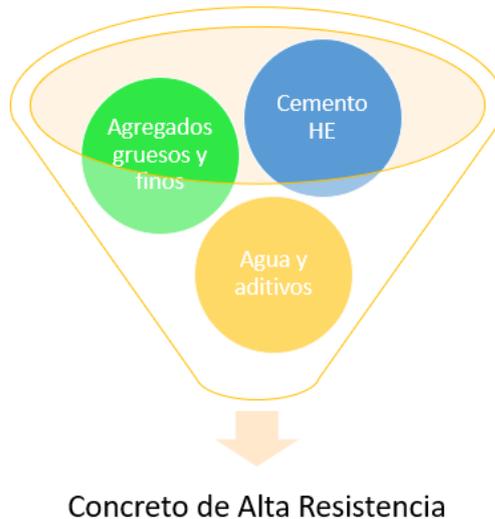


Figura 2.2 Materiales para la elaboración de hormigón de alta resistencia (Arellano & Fierro, 2018)

2.3.1 Método de Fuller

El método de Fuller, es usado para dosificar hormigones con una cantidad de cemento superior a los 300 kg/cm³, adicionalmente no se deben tener secciones fuertemente armadas. Entre sus consideraciones esta que el tamaño máximo del árido debe ser la que retiene menos del 25 % al cribar por él.

En el caso de hormigones bombeables es conveniente usar un asentamiento elevado, en caso de usar vibración puede elegirse un asentamiento inferior. Como variable de diseño se necesita el módulo de finura de la arena, este valor se lo obtiene sumando todos los porcentajes retenidos en los tamices y dividido para cien.

Para lograr una buena compacidad y docilidad del hormigón se trata que los agregados se asemejen a la parábola de Gessner, la cual está dada por la ecuación:

$$y = 100 \sqrt{\frac{a}{D}} \quad (2.1)$$

Donde,

y= Porcentaje retenido en cada tamiz de abertura d

d= Abertura en mm del tamiz

D= Tamaño máximo del árido.

2.4 Ensayos a los materiales.

Se realizaron ensayos a los materiales de acuerdo a la norma ASTM C33, los cuales se detallan en las secciones siguientes.

2.4.1 Granulometría

El análisis granulométrico de los agregados gruesos y finos es el proceso mediante el cual se separan por tamaños las partículas de los agregados, y así conocer las cantidades en peso para cada tamiz. La granulometría está normada por la ASTM D422.

Los resultados de este ensayo sirven para conocer la graduación de los materiales sugeridos, de este modo se clasifican y aceptan los áridos en la elaboración del hormigón.

Se buscan principalmente los porcentajes retenidos y acumulados en cada malla para elaborar la curva granulométrica. En el caso del agregado fino se puede obtener el módulo de finura a través de este ensayo.



Figura 2.3 Equipo usado para granulometría (Arellano & Fierro, 2018)

2.4.2 Densidad y absorción de los agregados

Estos ensayos están basados en las normas ASTM C127 y ASTM C128, las que describen el procedimiento a realizar para los agregados gruesos y finos respectivamente. Los resultados permiten conocer la densidad de la masa, la densidad saturada superficialmente seca, densidad aparente y porcentaje de adsorción. Por densidad de la masa se conoce a la masa de partículas de agregado por unidad de volumen de agregado.

La densidad relativa se la utiliza para encontrar la humedad en la superficie del agregado, otra variable es la densidad aparente la cual pertenece solo al material sólido del agregado fino, es decir se excluyen los vacíos y el agua.

El porcentaje de absorción permite pronosticar la variación de masa en la arena debido al agua absorbida por los poros de las partículas del agregado fino comparado con el estado seco del material.

2.4.3 Peso Unitario de los agregados.

El peso unitario es la relación entre la masa de un agregado en estado seco y el volumen que ocupa incluyendo los vacíos que existen en el agregado. El procedimiento para obtener la masa unitaria suelta y compactada de los agregados va de acuerdo a la norma ASTM C138.

El volumen del molde para agregado fino es de 3.038 litros y el molde usado para agregados gruesos es de 9.935 litros. Para el caso en estudio se tomaron las mediciones de las masas y con ellas se obtuvo las masas unitarias de los agregados. Estos resultados son necesarios para la dosificación de mezclas de concreto hidráulico.



Figura 2.4 Ensayo de densidad (Arellano & Fierro, 2018)

2.5 Dosificación

Los requisitos para el diseño de hormigón fueron resistencia a la compresión a los 28 días de 42 MPa usando un cemento HE, en el caso de un cemento común la resistencia a compresión de diseño fue de 28 MPa, y un asentamiento de 20 cm para que pueda ser bombeable.

Entre los materiales utilizados estuvieron cemento de alta resistencia inicial, caliza como agregado grueso, arena fina y agua. Para contrastar los resultados también se hicieron muestras con cemento común.



Figura 2.11 Dosificaciones con Cemento HE (Arellano & Fierro, 2018)

Con la información obtenida de los ensayos realizados a los agregados y el cemento, se realiza la dosificación de la muestra patrón, la cual contienen 480 kilogramos de cemento, 739 kilogramos de agregado fino, 801 kilogramos de agregado grueso, y 240 kilogramos de agua por cada metro cubico de hormigón producido. A estas cantidades se le realiza una corrección por humedad, teniendo así una dosificación en estado natural.

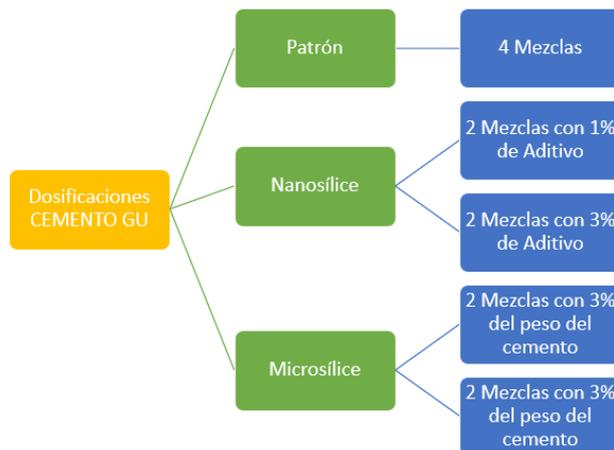


Figura 2.12 Dosificaciones con Cemento GU (Arellano & Fierro, 2018)

Se realizan otras muestras basados en el diseño patrón al que se le agregan los aditivos. Referente al nanosílice se consideró agregar

porcentajes del 1% al 3% del peso del cemento. En el caso de la microsílíce se agrega en un porcentaje del 3% al 10 %.

Se realizaron 8 cilindros para cada muestra con el fin de evaluar las resistencias a los 3, 7, 14 y 28 días. Se midió el revenimiento al inicio de realizar la mezcla, a los 30 minutos y una hora después. Adicionalmente se realizaron 6 dosificaciones de mezclas con cemento de alta resistencia inicial y 4 dosificaciones de mezclas con cemento común que se detallan en las tablas 2.1 a la 2.10.

Tabla 0.1 Dosificaciones 1 con Cemento HE (Arellano & Fierro, 2018)

DOSIFICACIÓN	1P HE	1N HE	1M HE
MATERIALES	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg
AGUA	264.22	264.22	285.50
CEMENTO	480.00	480.00	480.00
GRAVA DE 3/4"	792.40	792.40	792.40
ARENA DE RIO	733.47	733.47	733.47
NANO SILICE 0.8%	0.00	3.98	0.00
MICROSILICE 2.5%	0.00	0.00	12.00

Tabla 0.2 Dosificaciones 2 con Cemento HE (Arellano & Fierro, 2018)

DOSIFICACIÓN	2P HE	2N HE	2M HE
MATERIALES	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg
AGUA	264.70	258.40	264.70
CEMENTO	480.00	480.00	480.00
AIRE	792.40	792.40	792.40
GRAVA DE 3/4"	733.47	733.47	733.47
NANO SILICE 1.0%	0.00	4.80	0.00
MICROSILICE 3.0%	0.00	0.00	14.40

Tabla 0.3 Dosificaciones 3 con Cemento HE (Arellano & Fierro, 2018)

DOSIFICACIÓN	3P HE	3N HE	3M HE
MATERIALES	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg
AGUA	252.20	252.20	299.00
CEMENTO	480.00	480.00	480.00
AIRE	792.40	792.40	792.40
GRAVA DE 3/4"	733.47	733.47	733.47
NANO SILICE 3.0%	0.00	14.40	0.00
MICROSILICE 10.0%	0.00	0.00	48.00

Tabla 0.4 Dosificaciones 4 con Cemento HE (Arellano & Fierro, 2018)

DOSIFICACIÓN	4P HE	4N HE	4M HE
MATERIALES	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg
AGUA	255.50	252.20	242.80
CEMENTO	480.00	480.00	480.00
AIRE	792.40	792.40	792.40
GRAVA DE 3/4"	733.47	733.47	733.47
NANO SILICE 1.0%	0.00	4.80	0.00
MICROSILICE 3.0%	0.00	0.00	14.40
SUPERPLASTIFICANTE 0.50%	0.00	0.00	2.40

Tabla 0.5 Dosificaciones 5 con Cemento HE (Arellano & Fierro, 2018)

DOSIFICACIÓN	5P HE	5N HE	5M HE
MATERIALES	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg
AGUA	248.10	248.10	248.10
CEMENTO	480.00	480.00	480.00
AIRE	792.40	792.40	792.40
GRAVA DE 3/4"	733.47	733.47	733.47
NANO SILICE 3.0%	0.00	4.80	0.00
MICROSILICE 10.0%	0.00	0.00	48.00
SUPERPLASTIFICANTE 1.50%	0.00	0.00	7.20

Tabla 0.6 Dosificaciones 6 con Cemento HE (Arellano & Fierro, 2018)

DOSIFICACIÓN	6P HE	6N HE	6M HE
MATERIALES	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg
AGUA	248.10	248.10	248.10
CEMENTO	480.00	480.00	480.00
AIRE	792.40	792.40	792.40
GRAVA DE 3/4"	733.47	733.47	733.47
NANO SILICE 1.0%	0.00	4.80	0.00
MICROSILICE 3.0%	0.00	0.00	14.40
SUPERPLASTIFICANTE 0.75%	0.00	0.00	3.60

Tabla 0.7 Dosificaciones 1 con cemento GU (Arellano & Fierro, 2018)

DOSIFICACIÓN	1P GU	1N GU	1M GU
MATERIALES	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg
AGUA	266.27	266.27	266.27
CEMENTO	480.00	480.00	480.00
AIRE	792.40	792.40	792.40
GRAVA DE 3/4"	733.47	733.47	733.47
NANO SILICE 1.0%	0.00	4.80	0.00
MICROSILICE 3.0%	0.00	0.00	14.40

Tabla 0.8 Dosificaciones 2 con cemento GU (Arellano & Fierro, 2018)

DOSIFICACIÓN	2P GU	2P GU	2P GU
MATERIALES	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg
AGUA	261.38	255.13	293.66
CEMENTO	480.00	480.00	480.00
AIRE	792.40	792.40	792.40
GRAVA DE 3/4"	733.47	733.47	733.47
NANO SILICE 3.0%	0.00	14.40	0.00
MICROSILICE 10.0%	0.00	0.00	48.00

Tabla 0.9 Dosificaciones 3 con cemento GU (Arellano & Fierro, 2018)

DOSIFICACIÓN	3P GU	3N GU	3M GU
MATERIALES	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg
AGUA	249.00	250.13	242.80
CEMENTO	480.00	480.00	480.00
AIRE	792.40	792.40	792.40
GRAVA DE 3/4"	733.47	733.47	733.47
NANO SILICE 1.0%	0.00	4.80	0.00
MICROSILICE 3.0%	0.00	0.00	14.40
SUPERPLASTIFICANTE 0.23%	0.00	0.00	1.10

Tabla 0.10 Dosificaciones 4 con cemento GU (Arellano & Fierro, 2018)

DOSIFICACIÓN	4P GU	4N GU	4M GU
MATERIALES	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg	DOSIFICACION ESTADO NATURAL Kg
AGUA	252.15	249.00	242.80
CEMENTO	480.00	480.00	480.00
AIRE	792.40	792.40	792.40
GRAVA DE 3/4"	733.47	733.47	733.47
NANO SILICE 3.0%	0.00	14.40	0.00
MICROSILICE 10.0%	0.00	0.00	14.40
SUPERPLASTIFICANTE 1.00%	0.00	0.00	4.80

2.6 Ensayos del concreto fresco.

2.6.1 Contenido de Aire en el concreto fresco

Este ensayo está basado en la Norma ASTM C 231, este ensayo se utiliza para determinar el contenido de aire en el hormigón fresco, este método no es aplicable para concretos que tengan agregados con una porosidad elevada, de igual forma no debe aplicarse a concretos que tengan de bajo revenimiento. Se fundamenta en el cambio de volumen del hormigón con respecto a una variación de la presión.



Figura 2.5 Olla de Washington (Arellano & Fierro, 2018)

2.6.2 Densidad del Concreto fresco

La densidad de concreto depende de las propiedades de los agregados, cemento, agua utilizada en el proceso de mezclado y el contenido de aire. Para el cálculo se sigue la norma ASTM C138.



Figura 2.6 Densidad del Concreto fresco (Arellano & Fierro, 2018)

2.6.3 sentamiento en el hormigón fresco.

El ensayo de trabajabilidad o de revenimiento según la norma ASTM C 143, es aplicable para hormigones que tienen un comportamiento plástico y un asentamiento menor a 24 cm.



Figura 2.6 Ensayo de Asentamiento (Arellano & Fierro, 2018)

2.7 Ensayos al concreto endurecido.

2.7.1 Resistencia a la compresión

Para determinar la resistencia a la compresión de las distintas mezclas de hormigón se realizaron cilindros con un diámetro de 10 cm y 20 cm de altura. El procedimiento para su realización se especifica en la norma ASTM C39.

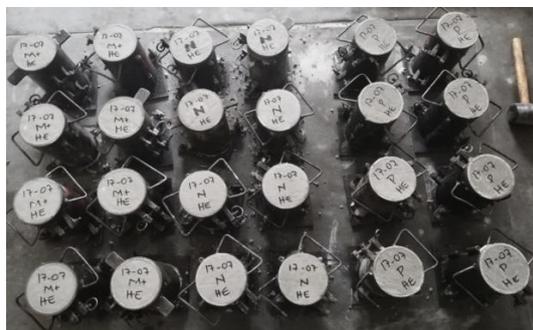


Figura 2.8 Cilindros de Hormigón (Arellano & Fierro, 2018)

Los ensayos de rotura se los realiza con una prensa hidráulica de laboratorio, considerando la resistencia de rotura a los 3, 7, 14 y 28 días.



Figura 2.9 Rotura de Cilindros de Hormigón (Arellano & Fierro, 2018)

Para su curado los cilindros fueron depositados en una piscina de agua con cal, donde se los dejó reposar hasta el día de su respectiva rotura.



Figura 2.10 Curado de Cilindros de hormigón (Arellano & Fierro, 2018)

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE RESULTADOS

RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Dosificaciones con cemento de alta resistencia inicial

Se analizan los resultados de resistencia a la compresión a los 3, 7, 14 y 28 días.

3.1.1 Resistencia a la compresión a los 3 días

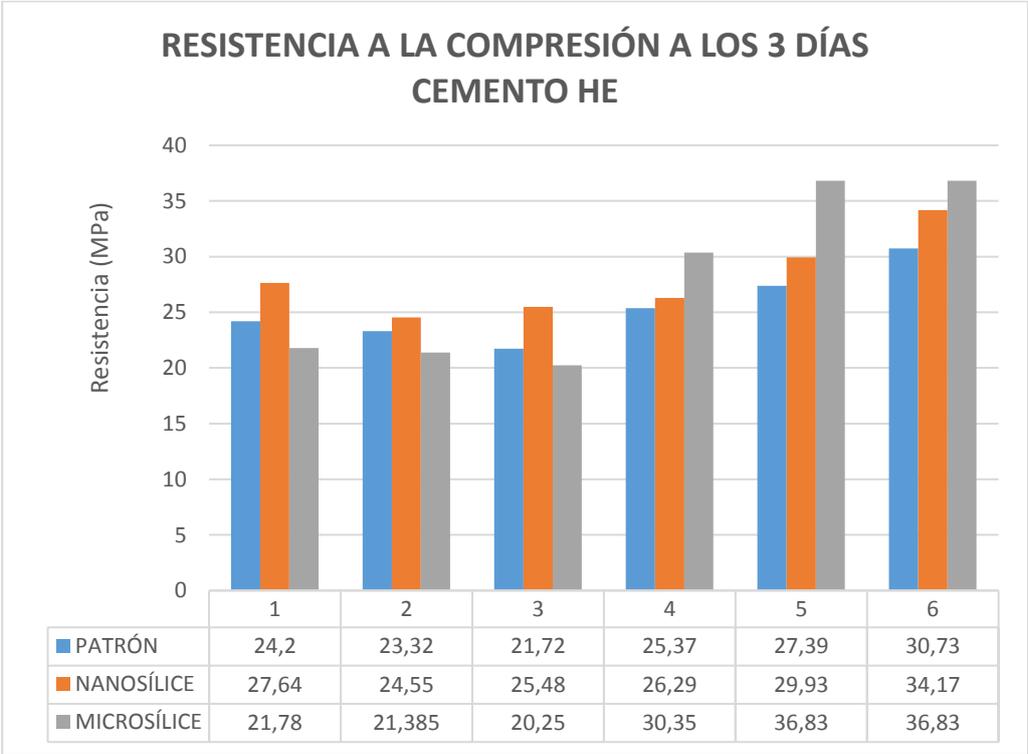


Figura 3.1 Resistencia a la compresión a los 3 días usando cemento HE (Arellano & Fierro, 2018)

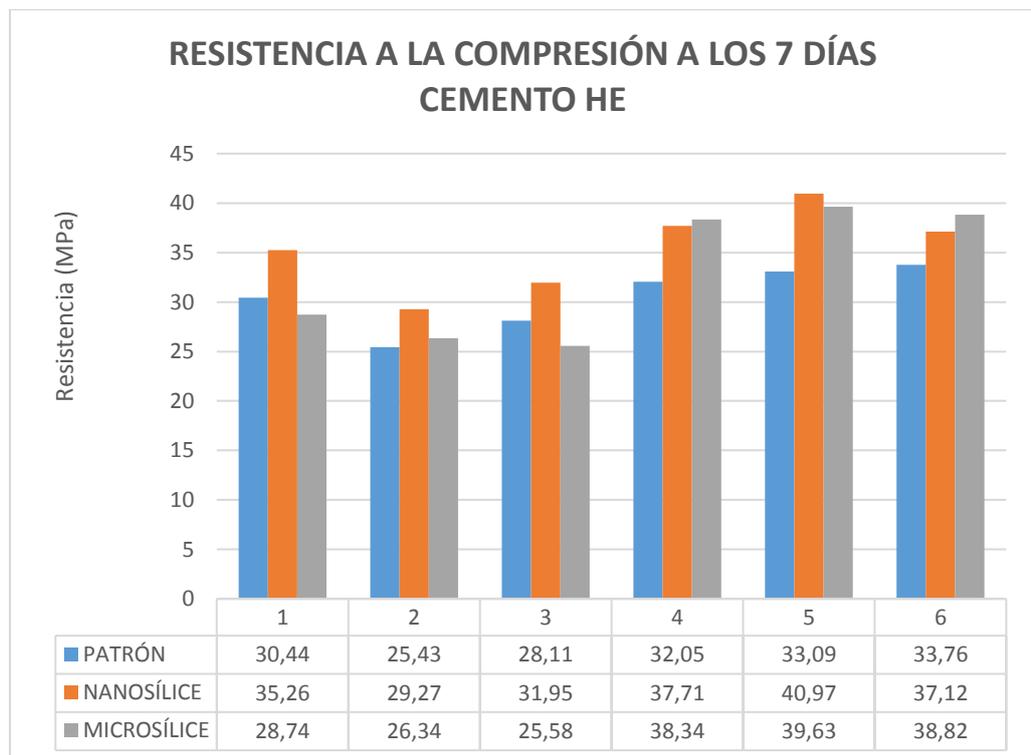
Los ensayos a la compresión simple realizados a los 3 días otorgaron las resistencias mostradas en la figura 3.1, en la que se aprecia una tendencia en de mayor resistencia en los diseños con NS versus el diseño patrón. Respecto al diseño con MS la tendencia se presenta una resistencia baja en los 3 primeros diseños debido a que se le añadió agua y en los 3

restantes diseños, se observan las mayores resistencias por uso de superplastificante más MS.

Las resistencias promedio fueron de 25.45 MPa para el diseño patrón representando un 61% de la resistencia requerida a los 28 días, en el caso del NS al 1 y 3% se obtuvieron 28.2MPa y 27.7MPa respectivamente, correspondiendo a un incremento del 7 y 6% del diseño patrón.

En el caso de la adición MS con agua, un promedio de 21MPa y para el diseño MS más superplastificante un valor de 35MPa.

3.1.2 Resistencia a la compresión a los 7 días



**Figura 3.2 Resultados de la Resistencia a la compresión a los 7 días
(Arellano & Fierro, 2018)**

Analizando los resultados de rotura de los cilindros a los 7 días, la muestra patrón en promedio dio un valor de 30.5 MPa equivalente al 73% de la

resistencia requerida de los 28 días. El diseño con NS al 1% alcanza un promedio de 34.8MPa (83%) y de 36.5MPa (87%) con NS al 3%.

Los diseños con MS con agua alcanzaron en promedio 27MPa y de 39MPa a los diseños con MS y superplastificante.

3.1.3 Resistencia a la compresión a los 14 días

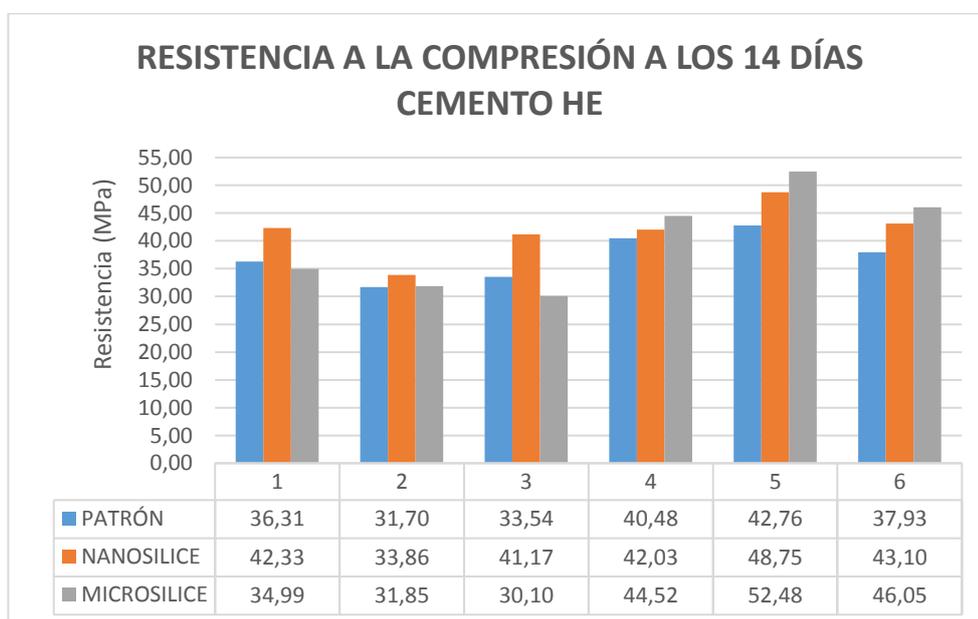


Figura 3.3 Resistencia a la compresión a los 14 días con cemento de alta resistencia inicial (Arellano & Fierro, 2018)

La figura 3.3 representa las resistencias alcanzadas a los 14, donde el diseño patrón obtuvo 37.12 MPa equivalente al 88.4% de la resistencia requerida de los 28 días. NS al 1 y 3% otorga una resistencia de 40.3MPa (96%) y 44.96MPa (107%). Por lo que se considera que para éste tiempo ya se alcanzó y superó la resistencia requerida con los diseños con NS.

El MS con agua presentó una resistencia de 32.31MPa y MS con superplastificante se obtuvo 47.7 MPa.

3.1.4 Resistencia a la compresión a los 28 días

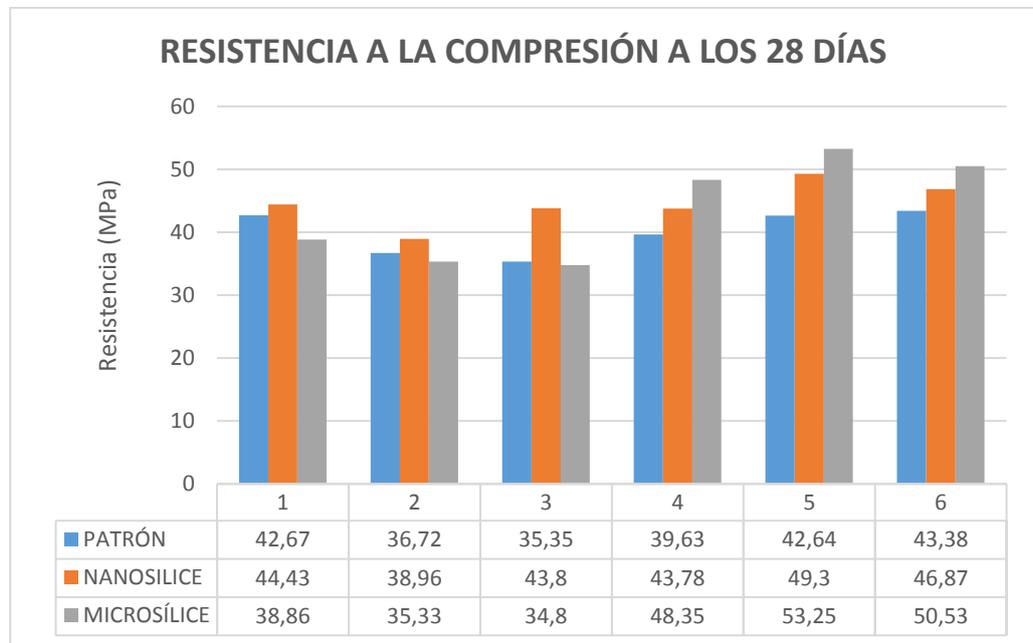


Figura 3.4 Resistencia a la compresión a los 28 días con cemento de alta resistencia inicial (Arellano & Fierro, 2018)

De los diagramas de barraras mostrados a los 3,7.14 y 28 días se aprecia una tendencia en los resultados, brindando un comportamiento positivo en todos los diseños con NS. Sin embargo, la resistencia promedio del diseño patrón os 28 días, dando un valor de 40.4MPa (96.2%).

En el caso de los diseños con NS al 1 y 3% se lograron promedio 43.5MPa y 46.6MPa, lo que equivale a un resultado mayor de resistencia esperada de 4 y 11% respectivamente. De acuerdo a la resistencia total del diseño patrón y el NS, se establece que el NS superó al patrón con un 8 y un 15% para las dosificaciones ya mencionadas.

En los diseños de MS con agua se llegó a 36.33MPa obteniendo un 87 % de la resistencia total. Sin embargo, el MS con superplastificante se logró en promedio 50.71 MPa (121%).

La MS (sin aditivo) versus el NS (al 1 y 3%) en porcentajes de resistencias totales

Al realizar un comparativo entre el NS (al 1 y 3%) y la MS con superplastificante a los 28 días, la diferencia de porcentajes de las resistencias totales favorece al MS con un 17 y 10%.

3.1.5 Control de Resistencias

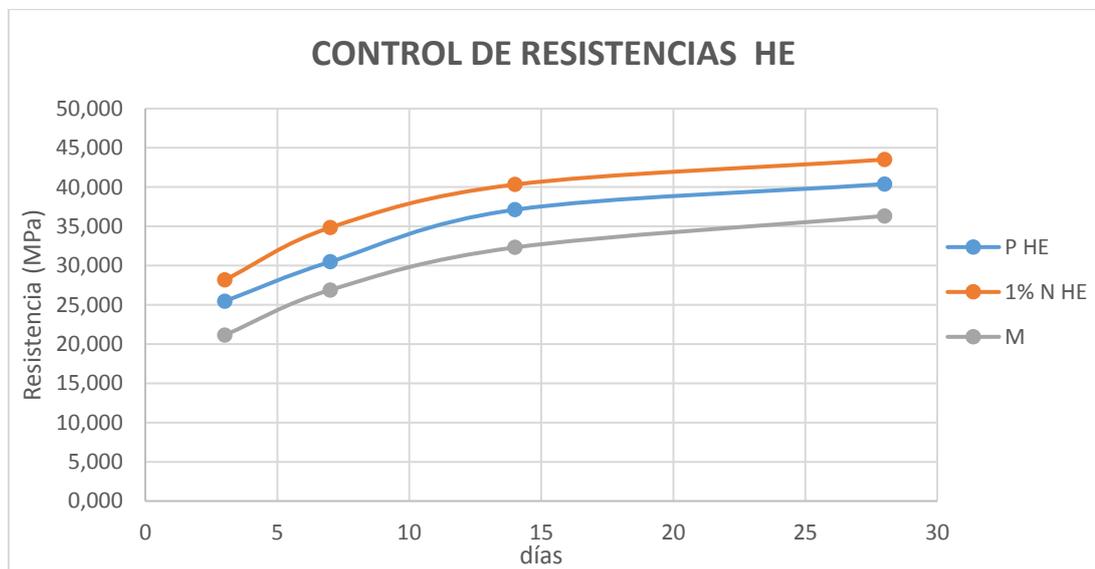


Figura 3.5 Control de resistencias de las dosificaciones HE (+1% Nanosílice) (Arellano & Fierro, 2018)

La figura 3.5 muestra el promedio de los resultados de los diseños a lo largo del tiempo (diseño patrón, NS al 1% y la MS sin aditivo). Se destaca un comportamiento superior por parte del Nanosílice respecto al patrón y a la MS.

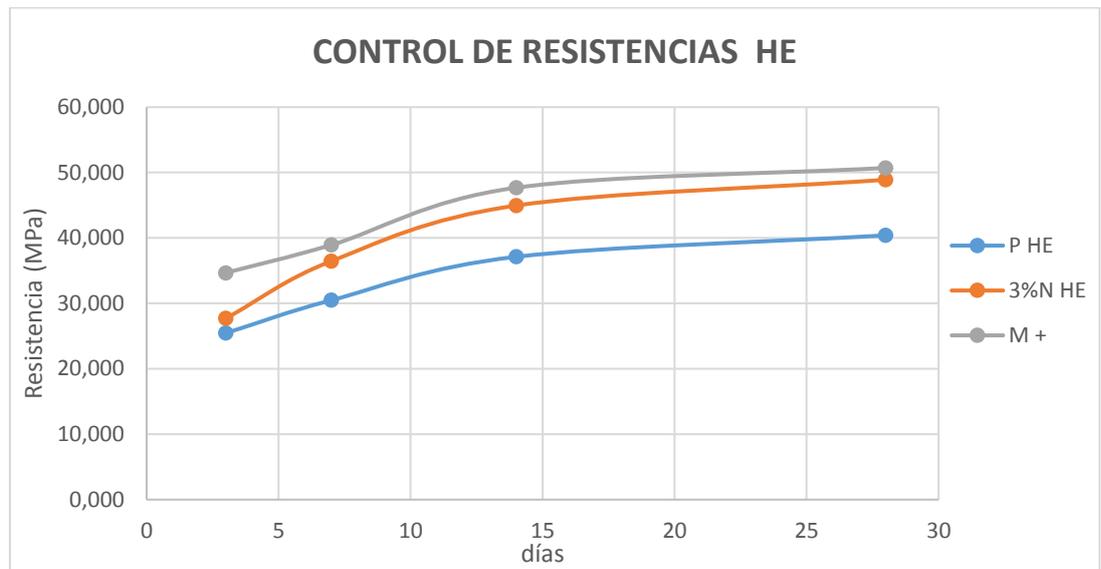


Figura 3.6 Control de Resistencias con dosificaciones HE (3%Nanosílice)
(Arellano & Fierro, 2018)

En la figura 3.6 se muestra el promedio de los resultados de los diseños a lo largo del tiempo. El patrón y el NS al 3% a los tres días tienen resistencias similares, pero a paso del tiempo la NS supera al diseño patrón. Sin embargo el diseño con MS con superplastificante genera valores superiores a los todos los diseños, no existiendo una gran diferencia a los 28 días entre la MS y la NS.

Tabla 0.1 Resumen del promedio de los resultados de resistencia (HE)
(Arellano & Fierro, 2018)

RESISTENCIA (MPa)					
días	Patrón	Nanosílice (1%)	Nanosílice (3%)	Microsílice	Micro + SupPlast
3	26	28	28	21	35
7	31	34	37	27	39
14	37	40	45	32	48
28	40	44	47	36	51

3.2 Dosificaciones con cemento de uso general

Se analizan los resultados de resistencia a la compresión a los 3, 7, 14 y 28 días.

3.2.1 Resistencia a la compresión a los 3 días

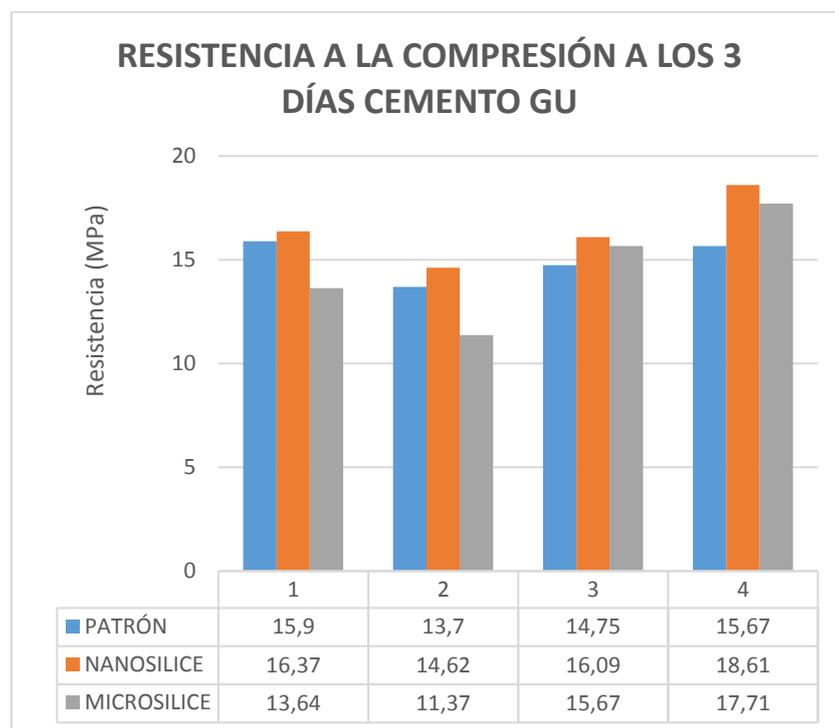


Figura 3.7 Resistencia a la compresión a los 3 días usando cemento de uso general (Arellano & Fierro, 2018)

En el caso de los hormigones realizados con cemento GU se tiene que la muestra patrón da un resultado promedio de 15MPa correspondiente a un 59% de la resistencia de diseño (28MPa). Dichas muestras poseen una resistencia inferior debido a debido al tipo de cemento utilizado.

Las mezclas con nanosílice arrojaron un valor promedio de 16.23MPa usando el 1% del aditivo y 16.61MPa con un 3%. En el caso de la MS sin aditivo se obtuvo en promedio 12.5MPa y la MS con superplastificante 16.7MPa.

3.2.2 Resistencia a la compresión a los 7 días

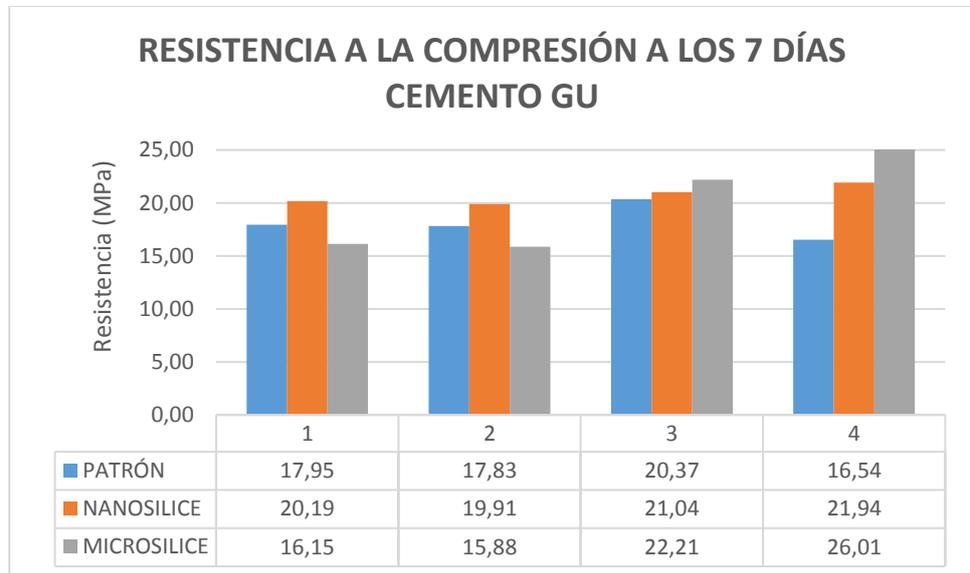


Figura 3.8 Resistencia a la compresión a los 7 días usando cemento GU (Arellano & Fierro, 2018)

De los datos obtenidos a los 7 días se pudo determinar para el diseño patrón una resistencia promedio de 18.17 MPa, logrando un 64.90% de la resistencia esperada a los 28 Días.

En el caso de la NS al 1 y 3% se lograron valores promedios de 20.6MPa y 20.93MPa correspondientes a un 73.8 y 74.7% de la resistencia esperada. Esto indica que no existe un cambio significativo en resistencia con el aumento del aditivo en este periodo de tiempo con el cemento GU.

De las muestras con MS sin aditivo se tiene en promedio una resistencia de 16MPa, en cambio para las muestras de MS con superplastificante se alcanzó un valor promedio de 24MPa.

3.2.3 Resistencia a la compresión a los 14 días

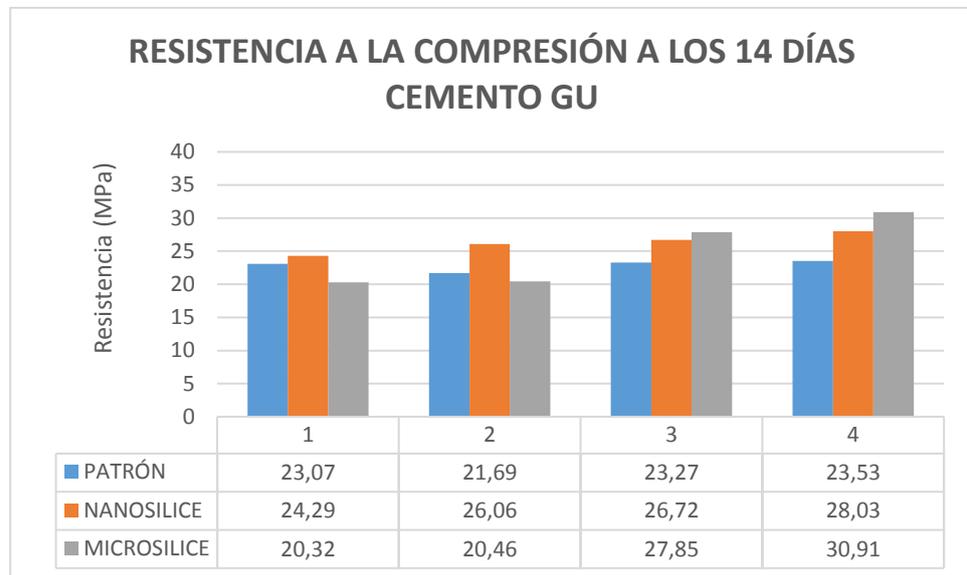


Figura 3.9 Resultados de la resistencia a la compresión de las dosificaciones con cemento GU (Arellano & Fierro, 2018)

La figura 3.9 muestra los datos obtenidos a los 14 días de la rotura de los cilindros usando el cemento GU. Se promedió la resistencia del diseño patrón en 22.9MPa, es decir un 82% de la resistencia esperada a los 28 días. Respecto a los diseños con NS al 1 y 3% las resistencias promedios alcanzaron valores de 25.5MPa (91%) y 27MPa (97%) respectivamente.

De las muestras con MS se obtuvo en promedio una resistencia de 20.4 MPa con un 73% de la resistencia al hormigón esperada, en cambio las muestras con MS y superplastificante en promedio dio un valor de 29.4 MPa llegando a un 105 % de la resistencia requerida.

3.2.4 Resistencia a la compresión a los 28 días

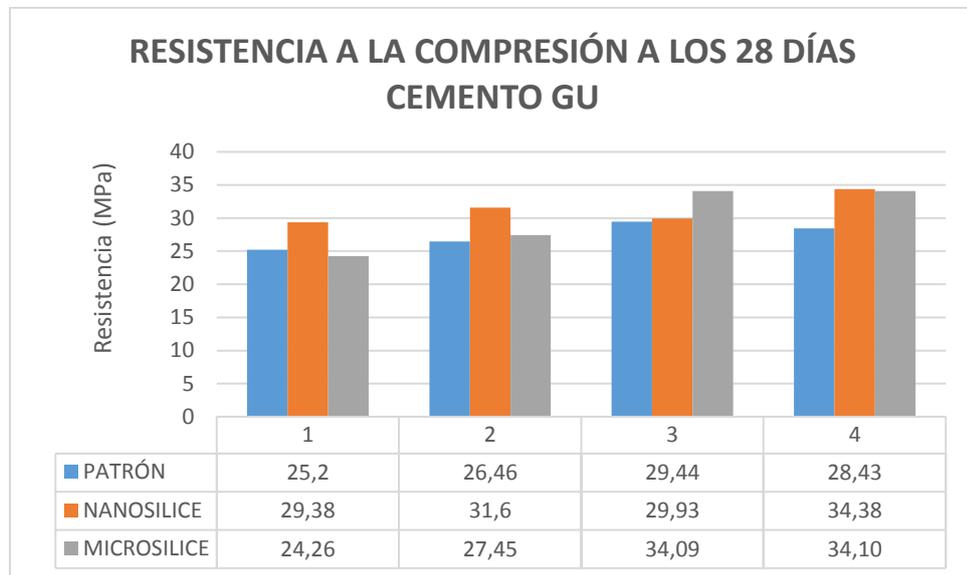


Figura 3.10 Resistencia a la compresión a los 28 días con cemento de alta resistencia común (Arellano & Fierro, 2018)

A los 28 días la muestra patrón alcanzó 27.4MPa, es decir un 98% de la resistencia esperada. Para los diseños de NS al 1 y 3% las resistencias en promedio fueron de 30MPa y 33MPa equivalente a un 6 y 18% más de la resistencia requerida.

En el diseño de MS sin aditivo se logró una resistencia promedio de 25.9MPa correspondiente a un 92% de la resistencia esperada. Para las muestras de MS con superplastificante la resistencia promedio fue de 34.1MPa llegando a un 122% de la resistencia requerida.

Al comparar los diseños de NS al 1% versus MS con aditivo, la diferencia en porcentajes de resistencias promedio es de 16% favorable para la microsilice. En el caso de la NS al 3% la diferencia es solo de 4%.

**Tabla 0.2 Resumen del promedio de los resultados de resistencia (GU)
(Arellano & Fierro, 2018)**

RESISTENCIA (MPa)					
días	Patrón	1% Nano	3 % Nano	Micro	Micro + SupPlast
3	15	16	17	13	17
7	18	21	21	16	24
14	23	26	27	20	29
28	27	30	33	26	34

3.3 Trabajabilidad en el hormigón fresco

Se tomaron datos cada 30 minutos del asentamiento del hormigón para determinar la pérdida de trabajabilidad, se presenta el análisis de las muestras 2 HE, 5 HE, 1 GU, 4 GU.



Figura 3.11 Tiempo de trabajabilidad de la dosificación 2 HE (Arellano & Fierro, 2018)

De acuerdo a la figura 3.11 se obtuvo un revenimiento inicial de 21cm para el diseño patrón, en el caso del 2N HE con 20cm y finalmente el 2M HE con 22cm, sin embargo la pérdida de trabajabilidad fue de 4cm para todos los diseños.



Figura 3.12 Tiempo de trabajabilidad de las dosificaciones 5 HE (Arellano & Fierro, 2018)

En la figura 3.12 se ilustra un comportamiento similar por parte de los diseños 5P HE y 5N HE, con un asentamiento final de 8 y 6cm respectivamente, caso contrario para la muestra 5M HE, el cual contiene superplastificante, destacando que éste hormigón solo es trabajable durante los 30 minutos.



Figura 3.13 Tiempo de trabajabilidad de las dosificaciones 1 GU (Arellano & Fierro, 2018)

En los diseños elaborados con cemento GU los asentamientos son similares para las muestras patrón y 1M GU (sin aditivo). Existe una pérdida de 8cm en el caso del NS.



Figura 3.14 Tiempo de trabajabilidad de las dosificaciones 4 GU (Arellano & Fierro, 2018)

Durante los 30 primeros minutos la trabajabilidad es la misma para el diseño patrón y el NS (6cm), muy diferente en el caso de la MS con aditivo (14cm). Otro punto a considerar en este diseño es la considerable pérdida de trabajabilidad en todas las muestras una hora después de realizar la mezcla.

En general, las dosificaciones con nanosílice mostraron asentamientos muy similares al diseño patrón y a la microsílice (sin aditivo), mientras que las muestras con MS y superplastificante tienen pérdidas excesivas durante los primeros 30 minutos.

3.4 Densidad

Se realizó el ensayo de densidad a todos los diseños, de manera que se promediaron los resultados y se obtuvieron valores de 2303 kg/m³ para la muestra patrón, 2282.5 kg/m³ para los hormigones con nanosílice, y 2298.69 kg/m³ para las dosificaciones con microsílice.

Tabla 0.3 Densidad de las dosificaciones (Arellano & Fierro, 2018)

ENSAYO DE LA DENSIDAD DEL HORMIGÓN FRESCO			
CEMENTO HE		CEMENTO GU	
DOSIFICACIÓN	DENSIDAD (kg/m³)	DOSIFICACIÓN	DENSIDAD (kg/m³)
P HE	2303,81	P GU	2292,86
1 % N HE	2289,82	1%N GU	2285,71
3% N HE	2267,86	3% N GU	2270,00
3% M HE	2306,96	3% M GU	2291,07
10% M HE	2282,14	10%M GU	2278,21

Las densidades promedio de los hormigones tanto con cemento GU y como con HE son muy cercanas a la del diseño patrón. El diseño con nanosílice es 0.60% más liviano que las dosificaciones patrón y microsílice. Aun así, se considera a este hormigón con un peso normal, pues está dentro del rango de 2200 kg/m³ a 2300 kg/cm³.

3.5 Aire Incluido

La diferencia entre el aire incluido del diseño patrón y la NS es aproximadamente de 0.5 para los dos tipos de cemento utilizados. Caso contrario ocurre con las muestras con microsílice que posee un porcentaje de aire incluido similar a las muestras patrón.

Tabla 0.4 Porcentajes de aire en cada dosificación (Arellano & Fierro, 2018)

ENSAYO DEL % DE AIRE EN HORMIGÓN FRESCO			
CEMENTO HE	% Aire Incluido	CEMENTO GU	% Aire Incluido
P HE	0,79	P GU	0,59
1 % N HE	1,24	1%N GU	0,93
3% N HE	1,60	3% N GU	1,28
3% M HE	0,81	3% M GU	0,65
10% M HE	1,13	10%M GU	0,98

CAPÍTULO 4

EVALUACIÓN AMBIENTAL

EVALUACIÓN AMBIENTAL

4.1 Matriz de Evaluación

Se analizó las distintas actividades que se realizan durante la fase de producción del hormigón patrón, con microsílíce y nanosílíce. Para evaluar el impacto ambiental se utilizaron las matrices de evaluación del banco interamericano de desarrollo.

4.1.1 Matriz intensidad

La matriz intensidad da valores numéricos del 1 al 10, dando un valor de 10 para cuando se tiene un impacto ambiental fuerte considerable, uno para un impacto ambiental relativamente bajo y 0 cuando se tiene impactos leves. Es decir, mide el grado de variación que existe en el ecosistema afectado.

4.1.2 Matriz extensión

Los valores numéricos para la matriz de extensión se dan de acuerdo con el tamaño del área afectada, es decir se da un valor de 0 cuando no se causan daños uno para impactos ambientales puntuales, 5 cuando ocurre un impacto ambiental y 10 para impactos ambientales regionales.

4.1.3 Matriz duración

El valor numérico de la matriz duración 10 dependiendo del número de años que dura la afectación ambiental, se da un valor de 10 cuando el impacto ambiental dura más de 10 años, 5 cuando el impacto ambiental dura de 5 a 10 años, 1 impactos ambientales que duran menos de 5 años y 0 para impactos pasajeros.

4.1.4 Matriz signo

En esta matriz se dan valores de -1 cuando el impacto ambiental es negativo y más uno cuando el impacto ambiental es positivo, por último, sin signo aquellas que no generan ningún impacto ambiental.

4.1.5 Matriz magnitud

En la matriz magnitud depende de las matrices intensidad, duración y extensión las cuales se las multiplica por un valor correspondiente obteniendo la evaluación final del impacto. En el caso de la matriz intensidad se la multiplica por un valor de 0.62, en la matriz extensión por un valor de 0.23 y para la matriz duración de 0.15

4.1.6 Matriz riesgo

La matriz riesgo evalúa la probabilidad de que sucedan afectaciones al ambiente, por ello se le da un valor de 10 cuando

se tienen impactos de alta probabilidad de suceder, cinco cuando se tiene una probabilidad media de ocurran impactos y uno cuando se tiene una probabilidad baja.

4.1.7 Matriz reversibilidad

En esta matriz se da un valor de 10 cuando se tiene un impacto Irreversible 8 para impacto a largo plazo 5 para impactos parcialmente reversibles y uno para altamente reversible es decir mide el grado de reversibilidad que pueden tener los impactos ambientales

4.2 Matriz de valoración del impacto ambiental

Esta matriz una valoración acá a los impactos ambientales realizados por cada actividad, dándole un factor de multiplicación acá matriz a las matrices de riesgo, reversibilidad y magnitud. Los factores que se utilizaron son 0.21 para la matriz de magnitud, 0.44 para la matriz de riesgo y 0.35 para la matriz de reversibilidad

4.2.1 Rango de significancia de la matriz de matriz de valoración de impacto ambiental

Dependiendo del valor numérico queda la matriz de valoración de impacto ambiental se puede determinar si el impacto ambiental es neutro bajo medio y alto. Se considera un impacto ambiental alto cuando se da un valor entre 7 y 10 de Rango medio cuando se da

valor entre 4 y 7 bajo cuando se da un valor entre 1 y 4 y neutro cuando se da 0.

Tabla 0.1 Matriz de Intensidad de Evaluación de Impacto Ambiental (Arellano & Fierro, 2018)

Matriz de Intensidad	Factores Ambientales													
	Actividades	Medio Abiótico						Medio Biótico				Factor Socioeconómico		
		Recurso Agua			Recurso Suelo	Recurso Aire			Fauna		Flora		Empleo	Salud
		Superficial	Subterráneo	Drenaje		Niveles de Ruido	Gases	Material Particulado	Terrestre	Acuático	Terrestre	Acuático		
Fabricación del cemento	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	1	5	
Extracción de agregados gruesos	1	1	1	4	5	5	5	5	0	5	0	1	4	
Preparación del aditivo de nanosílice.	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Mezcla de materiales en la dosificadora	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0	1	2	
Limpieza de Mezcladora	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
Desecho de residuos de la preparación de cilindros	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Limpieza de recipientes de los químicos	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	1	5	
Gestión de Desechos Peligrosos	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
Gestión de Desechos Sólidos	2	2	2	2	2	1	2	0	0	0	0	1	1	

Tabla 0.2 Matriz de Extensión de Evaluación de Impacto Ambiental (Arellano & Fierro, 2018)

Matriz de Extensión	Factores Ambientales												
Actividades	Medio Abiótico							Medio Biótico				Factor Socioeconómico	
	Recurso Agua			Recurso Suelo	Recurso Aire			Fauna		Flora		Empleo	Salud
	Superficial	Subterráneo	Drenaje		Niveles de Ruido	Gases	Material Particulado	Terrestre	Acuático	Terrestre	Acuático		
Fabricación del cemento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Extracción de agregados gruesos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Preparación del aditivo de nanosílice.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mezcla de materiales en la dosificadora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Limpieza de Mezcladora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Desecho de residuos de la preparación de cilindros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Limpieza de recipientes de los químicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gestión de Desechos Peligrosos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gestión de Desechos Sólidos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 0.3 Matriz de Duración de Evaluación de Impacto Ambiental (Arellano & Fierro, 2018)

Matriz de Duración	Factores Ambientales												
	Medio Abiótico							Medio Biótico				Factor Socioeconómico	
	Recurso Agua			Recurso Suelo	Recurso Aire			Fauna		Flora		Empleo	Salud
	Superficial	Subterráneo	Drenaje		Niveles de Ruido	Gases	Material Particulado	Terrestre	Acuático	Terrestre	Acuático		
Fabricación del cemento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Extracción de agregados gruesos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Preparación del aditivo de nanosílice.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mezcla de materiales en la dosificadora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Limpieza de Mezcladora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Desecho de residuos de la preparación de cilindros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Limpieza de recipientes de los químicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gestión de Desechos Peligrosos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gestión de Desechos Sólidos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 0.4 Matriz Signo de evaluación de impacto ambiental (Arellano & Fierro, 2018)

Matriz Signo	Factores Ambientales												
Actividades	Medio Abiótico							Medio Biótico				Factor Socioeconómico	
	Recurso Agua			Recurso Suelo	Recurso Aire			Fauna		Flora		Empleo	Salud
	Superficial	Subterráneo	Drenaje		Niveles de Ruido	Gases	Material Particulado	Terrestre	Acuático	Terrestre	Acuático		
Fabricación del cemento	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Extracción de agregados gruesos	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Preparación del aditivo de nanosílice.	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Mezcla de materiales en la dosificadora	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Limpieza de Mezcladora	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Desecho de residuos de la preparación de cilindros	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Limpieza de recipientes de los químicos	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Gestión de Desechos Peligrosos	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Gestión de Desechos Sólidos	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1

Tabla 0.5 Matriz de Magnitud de evaluación de impacto ambiental (Arellano & Fierro, 2018)

Matriz de Magnitud	Factores Ambientales												
	Medio Abiótico							Medio Biótico				Factor Socioeconómico	
	Recurso Agua			Recurso Suelo	Recurso Aire			Fauna		Flora		Empleo	Salud
	Superficial	Subterráneo	Drenaje		Niveles de Ruido	Gases	Material Particulado	Terrestre	Acuático	Terrestre	Acuático		
Fabricación del cemento	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-3.5	-0.4	-3.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	1.0	-3.5
Extracción de agregados gruesos	-1.0	-1.0	-1.0	-2.9	-3.5	-3.5	-3.5	-3.5	-0.4	-3.5	-0.4	1.0	-2.9
Preparación del aditivo de nanosílice.	-1.0	-1.0	-1.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	1.0	-0.4
Mezcla de materiales en la dosificadora	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-2.2	-2.2	-2.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	1.0	-1.6
Limpieza de Mezcladora	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	1.0	-1.6
Desecho de residuos de la preparación de cilindros	-0.4	-0.4	-0.4	-2.9	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	1.0	-0.4
Limpieza de recipientes de los químicos	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	1.0	-3.5
Gestión de Desechos Peligrosos	-2.9	-2.9	-2.9	-2.9	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	1.0	-1.6
Gestión de Desechos Sólidos	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.0	-1.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	1.0	-1.0

Tabla 0.6 Matriz de Reversibilidad de evaluación de impacto ambiental (Arellano & Fierro, 2018)

Matriz de Reversibilidad	Factores Ambientales												
	Medio Abiótico							Medio Biótico				Factor Socioeconómico	
	Recurso Agua			Recurso Suelo	Recurso Aire			Fauna		Flora		Empleo	Salud
	Superficial	Subterráneo	Drenaje		Niveles de Ruido	Gases	Material Particulado	Terrestre	Acuático	Terrestre	Acuático		
Fabricación del cemento	1	1	5	1	1	5	5	1	1	1	1	1	1
Extracción de agregados gruesos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Preparación del aditivo de nanosílice.	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mezcla de materiales en la dosificadora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Limpieza de Mezcladora	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1		1	1
Desecho de residuos de la preparación de cilindros	1	1	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Limpieza de recipientes de los químicos	1	1	5	5	1	1	1	1	5	1	5	1	1
Gestión de Desechos Peligrosos	5	5	5	5	1	1	1	5	5	5	5	1	5
Gestión de Desechos Sólidos	5	1	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	5

Tabla 0.7 Matriz de Riesgo de evaluación de impacto ambiental (Arellano & Fierro, 2018)

Matriz de Riesgo	Factores Ambientales												
	Medio Abiótico							Medio Biótico				Factor Socioeconómico	
	Recurso Agua			Recurso Suelo	Recurso Aire			Fauna		Flora		Empleo	Salud
	Superficial	Subterráneo	Drenaje		Niveles de Ruido	Gases	Material Particulado	Terrestre	Acuático	Terrestre	Acuático		
Fabricación del cemento	1	1	5	1	1	5	5	1	1	1	1	1	5
Extracción de agregados gruesos	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5
Preparación del aditivo de nanosílice.	1		1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1
Mezcla de materiales en la dosificadora	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1
Limpieza de Mezcladora	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1		1	1
Desecho de residuos de la preparación de cilindros	1	1	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Limpieza de recipientes de los químicos	1	1	5	5	1	1	5	1	5	1	5	1	1
Gestión de Desechos Peligrosos	5	5	5	5	1	1	5	5	5	5	5	1	5
Gestión de Desechos Sólidos	5	1	5	5	1	1	5	1	1	1	1	1	5

Tabla 0.8 Matriz de Impacto Ambiental (Arellano & Fierro, 2018)

Matriz de Impacto Ambiental	Factores Ambientales													TOTAL
	Medio Abiótico							Medio Biótico				Factor Socioeconómico		
	Recurso Agua			Recurso Suelo	Recurso Aire			Fauna		Flora		Empleo	Salud	
	Superficial	Subterráneo	Drenaje		Niveles de Ruido	Gases	Material Particulado	Terrestre	Acuático	Terrestre	Acuático			
Fabricación del cemento	0.9	0.9	4.0	0.9	1.5	4.0	4.7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.6	3.3	24.2
Extracción de agregados gruesos	1.0	1.0	1.0	1.4	1.5	1.5	3.3	1.5	0.9	1.5	0.9	0.6	3.2	19.2
Preparación del aditivo de nanosílice.	1.0	0.2	1.0	0.9	0.9	0.9	2.6	0.9	0.9	0.9	0.9	0.6	0.9	12.4
Mezcla de materiales en la dosificadora	0.9	0.9	0.9	0.9	1.3	1.3	3.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.6	1.1	14.2
Limpieza de Mezcladora	1.0	1.0	4.2	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.1	0.6	1.1	14.2
Desecho de residuos de la preparación de cilindros	0.9	0.9	4.0	4.6	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.6	0.9	17.9
Limpieza de recipientes de los químicos	1.3	1.3	4.4	4.4	0.9	0.9	2.6	0.9	4.0	0.9	4.0	0.6	1.5	27.6
Gestión de Desechos Peligrosos	4.6	4.6	4.6	4.6	0.9	0.9	2.6	4.0	4.0	4.0	4.0	0.6	4.3	43.6
Gestión de Desechos Sólidos	4.3	1.1	4.3	4.3	1.1	1.0	2.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.6	4.2	27.2
TOTALES	15.7	11.8	28.4	22.8	9.8	12.2	23.5	11.6	14.1	11.6	13.4	5.2	20.4	

Analizando la matriz de valoración de impacto ambiental se tiene que las actividades más peligrosas son la fabricación del cemento, limpieza de recipientes químicos, gestión de desechos peligrosos y gestión de desechos sólidos. Afectando principalmente al recurso agua suelo y a la salud de las personas.

Aun cuando estés impacto sean de carácter mínimos o puntuales se elaboró un plan de mitigación de impactos ambientales

4.3 Plan de mitigación de impactos

En la fase de preparación de muestras se debe considerar la seguridad industrial de las personas encargadas de realizar las mezclas y de la parte Ambiental de la misma. La seguridad industrial tiene como finalidad lograr que las personas que trabajan en este ámbito mantengan su seguridad y su estado de salud óptimo para lo cual se sugieren las siguientes actividades:

4.3.1 Uso de equipo de protección personal.

Se denominan equipos de protección personal a los implementos utilizados por el trabajador para dar protección a este mediante posibles accidentes que pueden ocasionar durante sus actividades laborales.

Se debe suministrar al trabajador de todos los implementos necesarios para que pueda desarrollar sus actividades de manera óptima sin tener alguna afectación por esta como es el caso de botas cascos chalecos mascarillas de gases

4.3.2 Generación de desechos sólidos

Para minimizar el impacto ambiental hacia los recursos agua y suelo se debe realizar un tratamiento a los residuos sólidos que se generan por la fabricación de hormigón. Recomienda que estos residuos sean reciclados o reutilizados por la empresa fabricante.

4.3.3 Generación de aguas residuales

Cuando se tiene el lavado de mezcladoras se debe realizar tratamientos a estas aguas antes de que sean depositadas en un lecho natural. Se deben separar las partículas del hormigón mediante sedimentadores para dejar el agua lo más pura posible, caso contrario ocasionaría impacto negativo a la flora y fauna del sector.

4.3.4 Generación de desechos peligrosos

Los aditivos al ser un químico, sus contenedores deben recibir un tratamiento especial, en las empresas que venden estos productos suelen retirar los envases de las construcciones y reutilizarlos en los siguientes almacenamientos de estos, cuando cumplen su vida útil una empresa especializada se encarga de su tratamiento

CAPITULO 5

ANÁLISIS DE COSTOS

ANALISIS DE COSTOS

5.1 Precio de materiales

Tabla 0.1 Precio de materiales usados en hormigones (Arellano & Fierro, 2018)

MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
Cemento HE	Kg	\$ 0.16
Cemento GU	Kg	\$ 0.14
Agua	m3	\$ 0.72
Grava	m3	\$ 13.50
Arena	m3	\$ 11.00
Nanosílice	Kg	\$ 4.83
Microsílice	Kg	\$ 1.68
Superplastificantes	Kg	\$ 1.60

5.1.2 Precios de las dosificaciones

Tabla 0.2 Precios Unitarios de las dosificaciones HE (Arellano & Fierro, 2018)

PRECIOS UNITARIOS DE DOSIFICACIÓN		
CEMENTO HE	UNIDAD	PRECIO UNITARIO /M3
P HE	m3	\$ 144.97
1%N HE	m3	\$ 172.79
3%N HE	m3	\$ 228.43
3%M HE	m3	\$ 173.83
10%M HE	m3	\$ 241.16
10%M + SP	m3	\$ 254.99
3%M + SP	m3	\$ 180.73

De los resultados obtenidos, la mayor resistencia (53.25 MPa) a los 28 días se logró con la dosificación 5M HE con un costo de

\$254,99. Mientras que la muestra 6M HE llega a una resistencia de 50 MPa a tan solo \$180,73.

Analizando las mezclas con nanosílice para el cemento HE, se tiene como resultado que la mayor resistencia es la 5N HE, la cual da una resistencia a los 28 días de 49.30 MPa, a un coste de \$228.43.

Al comparar el diseño 5N HE con la muestra 6N HE se tiene una resistencia de 46.87 MPa a un coste de producción del metro cúbico de \$172.79. Es decir, se tiene una diferencia de \$55.64 para aumentar en apenas un 5% la resistencia del hormigón. En otras palabras no es satisfactorio usar la mezcla 5N HE debido a su elevado costo de producción comparado con la mezcla 6N HE.

Tabla 0.3 Precio unitario de dosificaciones con cemento GU (Arellano & Fierro, 2018)

PRECIOS UNITARIOS DE DOSIFICACIÓN		
CEMENTO GU	UNIDAD	PRECIO UNITARIO /M3
P GU	m3	\$ 133.45
1%N GU	m3	\$ 161.27
3%N GU	m3	\$ 216.91
3%M GU	m3	\$ 162.34
10%M GU	m3	\$ 229.64
3%M + SP	m3	\$ 164.45
10%M + SP	m3	\$ 238.90

Con respecto a los hormigones con cemento GU, un costo que tiene un coste patrón de \$133.45, llegando en promedio a una resistencia de 27.38 MPa y con una trabajabilidad de 20 cm.

Los hormigones con nanosílice proporcionan un 20% más de resistencia, con una trabajabilidad semejante a la muestra patrón a un costo de \$161.27. En el caso de las muestras cono microsílice con superplastificante o agua, la diferencia en costo es de \$27,62 con las muestras con patrón. Es decir, se tiene un aumento de \$27,62 solo por la adición del aditivo al 1%.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones

La resistencia a los 28 días para el proyecto fue de 42 MPa, pero el diseño patrón (sin adiciones) llegó a los 40MPa. Sin embargo, las resistencias promedio de los diseños con nanosílice al 1 y 3% fueron 44 MPa y de 47MPa respectivamente. En porcentaje de resistencia, el NS superó en un 4 a un 11% de la resistencia requerida. En relación al diseño patrón fue superado en resistencia entre un 10 a 17.5%.

A edades tempranas el diseño con NS en promedio desarrolla un buen comportamiento, logrando un 67% de la resistencia esperada a los 3 días.

En el comparativo del diseño con nanosílice versus la microsílice se muestra una resistencia muy baja, incluso menor que el diseño patrón, por parte de la MS debido al requerimiento de agua para lograr la trabajabilidad acordada.

Referente a la NS y MS (con superplastificante) los resultados favorecen a la MS por efectos aditivo (mejora las propiedades de trabajabilidad y ahorro de agua), con un promedio de 8.5% mayor de resistencia que el NS.

La trabajabilidad es otro factor que se consideró en el estudio, de conformidad con los resultados se puede concluir que las dosificaciones con nanosílice tienen una pérdida de asentamiento muy similar a la muestra patrón, mientras que las muestras con

microsílice y superplastificante tienen pérdidas excesivas de asentamiento durante los primeros 30 minutos.

La densidad promedio del hormigón con NS fue de 2209 kg/m³ equivalente a un 0.6% menos que el diseño patrón, con un contenido promedio de aire de 1,24.

Los costos por metro cúbico de un hormigón son aproximados y varían de acuerdo a la dosificación, el diseño patrón a \$144,97 y con la inclusión de nanosílice al 1% el precio referencial es de \$172,79.

El análisis de impacto ambiental no muestra afectaciones considerables al medio ambiente, por lo que se sugieren alternativas para el tratamiento de los desechos y manejo de desechos químicos.

De acuerdo a los resultados obtenidos y a su presentación líquida, se puede concluir que el aditivo nanosílice es una buena alternativa en la elaboración de HAR.

Los diseños elaborados con cemento GU solo cumplieron la función de proporcionar información extra. Es decir, reafirma el desempeño positivo del aditivo en el uso de hormigones.

Recomendaciones

- Realizar ensayos de tenacidad para determinar las propiedades del hormigón lanzado usando este aditivo de nanosílice.
- Realizar dosificaciones de nanosílice y superplastificante para compararlos con las dosificaciones que poseen microsílice y superplastificante.

- Desarrollar un estudio de la resistencia a la flexión en mezclas con el producto de nanosílice.
- Elaborar muestras del hormigón con nanosílice para determinar las propiedades de durabilidad que esta dosificación posee.
- Hacer un ensayo de fraguado en las mezclas de hormigones con nanosílice para determinar calor de hidratación, tiempo de fraguado.
- Realizar estudios de permeabilidad y durabilidad de hormigones con nanosílice para determinar cómo afecta las características de la muestra.
- Debido a que el estudio fue desarrollo con un hormigón de alta resistencia con nanosílice (con una relación de agua cemento de 0.5 debido a los materiales), se recomienda realizar otros diseños con una relación agua cemento de 0.22 para obtener mayores resistencias, lo cual implicaría el uso de superplastificantes más nanosílice.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA

- Abo El-Enein, S. A.-G., El-Aziz Kishar, E. A., Refaey Zedan, S. R., & Mohamed, R. A.-E. (30 de Agosto de 2016). Effect of nano-SiO₂ (NS) on dolomite concrete towards alkali silica reaction. *HBRC Journal*, 6. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.hbrdj.2016.08.004>
- ACI 318. (2005). Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary. Farmington Hills, MICHIGAN, USA.
- ACI 116R. (2000). *Cement and Concrete Terminology*. American Concrete Institute, Reported by ACI Committee 116. USA: American Concrete Institute.
- ACI 211. (1993). Guide for Selecting Proportions for High-Strength. USA.
- Alaejos G., M. P., & Fernández C., M. (1994). Selección de materiales para hormigones de alta resistencia. *Materiales de Construcción*, 44(235), 43. Recuperado el 26 de Agosto de 2018, de <http://materconstrucc.revistas.csic.es>
- Allauca, L., Amen, H., & Lung, J. (2010). *Uso de sílice en hormigones de alto desempeño*. ESPOL, Facultad de Ingeniería en Ciencias de La Tierra, Guayaquil-Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/8676>
- ARGOS. (Octubre de 2014). CONCRETO DE ALTAS RESISTENCIAS. *Ficha Técnica, Versión 4*. Medellín, Antioquia, Colombia.
- ASTM C 1157. (01 de Noviembre de 2003). Standard Performance Specification for Hydraulic Cement. *ASTM Committee C01*. Conshohocken, Pensilvania, USA: Conshohocken. doi:PA 19428-2959
- ASTM C125. (2003). Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates. *ASTM Committee C09*. West Conshohocken, Pensilvania, USA: ASTM International.
- ASTM C136. (10 de Noviembre de 1996). Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. *ASTM Committee C-9*. West Conshohocken, Pensilvania, USA: ASTM.

- ASTM C150. (01 de mayo de 2004). Standard Specification for Portland Cement¹. *ASTM Committee C01*. West Conshohocken,, Pensilvania, USA: ASTM International. doi:PA 19428-2959
- ASTM C33. (10 de Julio de 2002). Standard Specification for Concrete Aggregates. *Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02*. West Conshohocken, Pensilvania, USA: ASTM International.
- ASTM C494. (01 de febrero de 2004). Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete. *Committee C 09 ASTM* . West Conshohocken, Pensilvania, USA: ASTM International.
- Garófalo , A. C. (2015). “*EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LOS CEMENTOS A PARTIR DE LA CORRELACIÓN DE SUS PROPIEDADES ASOCIADAS CON LA PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN*”. TESIS, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, Ciencias Químicas y Ambientales, Guayaquil.
- Hernández P., C. A. (2005). *PLASTIFICANTES PARA EL HORMIGÓN*. Universidad Austral de Chile, ESCUELA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL, Valdivia-Chile.
- ICCYC. (2006). *Manual de Consejos Prácticos para el Hormigón*. Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto. San José,: GRAFOS S.A. Recuperado el 25 de Agosto de 2018, de www.iccyc.com
- Imbaquingo C., A. (Noviembre de 2012). *Diseño de Hormigón de Alto Desempeño*. Sangolqui-Rumiñahui.
- M.I. Abdou,, & Hesham Abuseda. (22 de Febrero de 2015). *Upgrading offshore pipelines concrete coated by silica fume additive against aggressive mechanical laying and environmental impact*. Egyptian Petroleum Research Institute. Ciarao-Egipto: ELSEVIER. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejpe.2015.04.004>
- NEC SE HM. (2005). *ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO*.
- Neville, A. M. (2010). *CONCRETE TECHNOLOGY*. Harlow, UK: Pearson. doi:ISBN 978-0-273 73219-8

- Nilson, A. H. (2001). *Diseño de Estructuras de Concreto* (10 ed.). (E. A. H., Ed.) Bogotá, Colombia: McGRAW-HILL INTERAMERICANA, S.A. doi:0-07-046586-X
- PEREZ BAHAMONDE, M. H. (2008). *CARACTERIZACION DE MORTEROS CON ADICION DE COMBINACIONES DE MICROSILICE Y NANOSILICE*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Valdivia Chile: UAC.
- Portugal Barriga, P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. Paris, Francia: Lafayette. doi:75188
- Revelo A., C. J. (2016). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN CON: ESCORIA VOLCÁNICA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO Y ARENA VOLCÁNICA COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO FINO*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato-Ecuador. Recuperado el 27 de Agosto de 2018
- Rivera L, G. (2013). *Concreto Simple*. Cauca, Colombia: Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca. Recuperado el 25 de Agosto de 2018, de <https://civilgeeks.com>
- Said, A., Zeidan, M., Bassuoni, M., & Tian, Y. (15 de Julio de 2012). Properties of concrete incorporating nano-silica. *Construction and Building Materials*, 7. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.06.044>
- Sanchez de Guzman , D. (2000). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Santafe de Bogotá, Colombia: Biblioteca de la Construcción. doi:ISBN 958-9249-04-0
- Sánchez Z, J., & Garnica E, N. (20 de Octubre de 2009). *Control de Calidad en Obra para Hormigones de Alto Desempeño*. ESPOL, Guayaquil-Ecuador.
- Seguel H., C. A. (2006). *Hormigones de Alta Resistencia H-70*. Universidad Uastral de Chile, Valdivia-Chile.
- Seguel Herrera, C. A. (2006). *HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA H-70*. Universidad Austral de Chile. Vladivia Chile: UAC.
- Terence C Holland. (2005). *Silica Fume User's Manual*. Washington USA: Technical Highway.

Yepez, F., & Calderón, F. (13 de Junio de 2014). Design of high performance concrete: high compressive strength, adequate workability and high resistance to erosion - abrasion for hydraulic works. (C. Zambrano, Ed.) *Avances en Ciencias e Ingenierías*, 1(6), 7. Obtenido de <http://avances.usfq.edu.ec>

ANEXOS

ANEXO A
DENSIDAD DE LOS AGREGADOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

**DETERMINACION DE LA DENCIDAD
Y ABSORCION DEL ARIDO FINO
ASTM C-128 o INEN 856**

Fecha : 20-jun-18
F. Del material : DISENSA
Tipo de material : Arena de Río
Solicitante: Marlon Arellano y Oswaldo Fierro

DATOS :

a.- 488.0 gm
b.- 1307.0 gm
c.- 1619.0 gm
s.- 500.0 gm

DENSIDAD y ABSORCION :

ds.- 2.596 kg/m³
dsss.- **2.660 kg/m³**
d.- 2.773 kg/m³
po.- **2.46 %**

Nomenclatura y Formula :

- a.- Masa en el aire de la muestra secada al horno
- b.- Peso del pignometro lleno con agua
- c.- Peso del pignometro con muestra y agua hasta la marca de calibración
- s.- Peso en el aire de la muestra en estado saturado superficialmente seco
- ds.- Densidad del volumen de masa
- dsss.- Densidad del volumen saturado superficialmente seco
- d.- Densidad del volumen aparente del àrido
- po.- Porcentaje de absorción del agua en el àrido

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD
Y ABSORCION DEL ARIDO GRUESO
ASTM C-127 o INEN 857**

Fecha : 20-jun-18
F. Del material : Calizas Huayco
Tipo de material : Grava de 19 mm
Solicitante : Marlon Arellano y Oswaldo Fierro

DATOS :

a.- 1973.0 gm
b.- 2000.0 gm
c.- 1245.0 gm

DENSIDAD y ABSORCION :

dsss.- 2.613 kg/m³
ds.- 2.649 kg/m³
d.- 2.710 kg/m³
po.- 1.4 %

Nomenclatura y Formula :

- a.- Masa en el aire de la muestra secada al horno
- b.- Masa en el aire del àrido en estado saturado superficialmente seco
- c.- Masa en el agua del àrido en estado saturado superficialmente seco
- ds.- Densidad del volumen de masa
- dsss.- Densidad del volumen saturado superficialmente seco
- d.- Densidad del volumen aparente del àrido
- po.- Porcentaje de absorciòn del agua en el àrido

ANEXO B
PESO UNITARIO COMPACTADO Y SUELTO DE LOS AGREGADOS

 <small>Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</small>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
Material : Grava de 3/4" Solicitante Oswaldo Fierro, Marlon Arellano	Obra: Materia Integradora Ensayo # : 2
MASAS UNITARIAS DE ARIDOS GRUESOS A S T M C - 29	
V = Volumen del Recipiente cm3 9935	
MASA UNITARIA SUELTA	MASA UNITARIA COMPACTADA
P1= 13400 GR. P2= 13500 GR. P3= 13400 GR.	P1= 14850 GR. P2= 14950 GR. P3= 15000 GR.
PROM. = 13433 GR.	PROM. = 14933 GR.
<hr/>	
MASA UNITARIA SUELTA	MASA UNITARIA COMPACTADA
1.352 GR/CM3	1.503 GR/CM3
Observaciones : <hr/> <hr/> <hr/>	

ANEXO C

GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS

Análisis Granulométrico

Especificación para agregado ASTM C-33
 Norma técnica Ecuatoriana INEN 696

Fuente del material Hormigonera PROGECON
 Fecha 16-nov-16

Tamaño N° 6 19.0 a 9.5 mm

Tamiz		Peso parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado	Especificación	
Pulg	mm					Limite Superior	Limite Inferior
2 1/2	63.5		0.0	0.0	100.0	100	100
2	50.0		0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2	38.1		0.0	0.0	100.0	100	100
1	25.0	12	0.4	0.4	99.6	100	100
3/4	19.0	305	9.8	10.2	89.8	100	90
1/2	12.5	1,382	44.4	54.6	45.4	55	20
3/8	9.5	755.0	24.3	78.8	21.2	15	0
No 4	4.75	554.0	17.8	96.6	3.4	5	0
No 8	2.36	0.0	0.0	96.6	3.4	0	0
No 16	1.18	0.0	0.0	96.6	3.4	0	0
No 30	0.6	0.0	0.0	96.6	3.4	0	0
No 50	0.3	0.0	0.0	96.6	3.4	0	0
No 100	0.15	0.0	0.0	96.6	3.4	0	0
No 200		0.0	0.0	96.6	3.4	0	0
Fondo		105.0	3.4	100.0	0.0		
TOTAL		3,113	Modulo de finura	6.69		Tamaños standard de agregados procesados	



Anàlisis Granulomètric

Especificaci3n para agregado ASTM C-33

Norma tècnica Ecuatoriana INEN 696

Fuente del material

Santo Domingo Hormigonera DUGOLER S.A.

Fecha

17-may-17

Tamiz		Peso parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado	Especificaci3n	
Pulg	mm					Limite Superior	Limite Inferior
2 1/2	63.5		0.0	0.0	100.0	100	100
2	50.0		0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2	38.1		0.0	0.0	100.0	100	100
1	25.0		0.0	0.0	100.0	100	100
3/4	19.0		0.0	0.0	100.0	100	100
1/2	12.5		0.0	0.0	100.0	100	100
3/8	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
No 4	4.75	75.0	3.2	3.2	96.8	100	95
No 8	2.36	61.0	2.6	5.9	94.1	100	80
No 16	1.18	131.0	5.7	11.6	88.4	85	50
No 30	0.6	386.0	16.7	28.3	71.7	60	25
No 50	0.3	545.0	23.6	51.8	48.2	30	10
No 100	0.15	1,048.0	45.3	97.2	2.8	10	2
No 200		4.0	0.2	97.4	2.6	0	0
Fondo		61.0	2.6	100.0	0.0		
TOTAL		2,311	Modulo de finura	1.98		Tamaños standard de agregados procesados	



ANEXO D

PROPORCIONES DE LAS DOSIFICACIONES

1P HE

	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: DISENSA
 03-jul-18
FECHA:
RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim HE

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
	100%	0%	100%	0%			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	87%	
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	79%	
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	62%	
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	48%	
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	38%	
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	30%	
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	23%	
N100	6.70%		1.80%		4.15%	18%	

DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

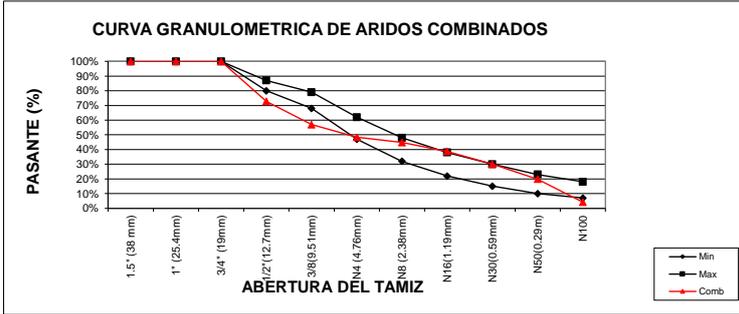
Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C 0.50

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS

CURVA GRANULOMETRICA DE ARIDOS COMBINADOS



1N HE



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
FECHA: 03-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 **ASENTAMIENTO FINAL:** 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim HE

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS		GRAVAS			MINIMO	MAXIMO
	ARENAS	GRAVAS	ARENAS	GRAVAS			
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	87%	
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	

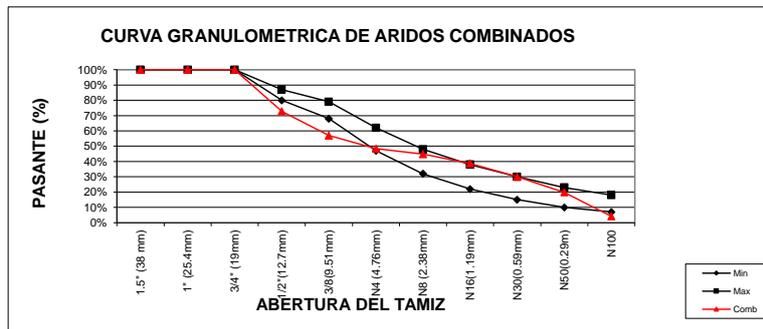
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R / A/C	0.50
---------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



1M HE

DOSIFICACION: 1M HE
OBRA:
MATERIALES: **PIEDRA:** Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
FECHA: 03-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 18 **ASENTAMIENTO FINAL:** 18,0 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim HE

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8" (9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16 (1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30 (0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50 (0.29mm)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

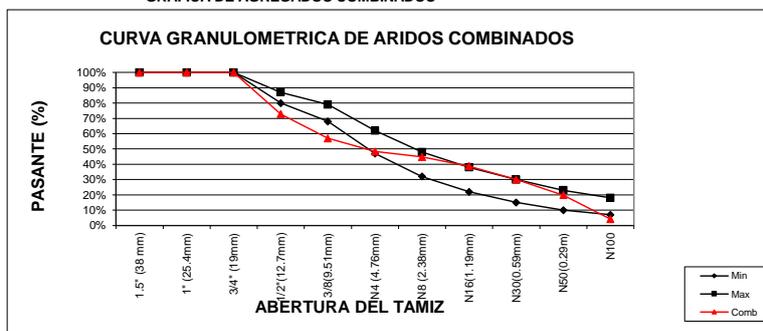
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R/A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



2P HE

 Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
 12-jul-18
FECHA:
RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 **ASENTAMIENTO FINAL:** 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim HE

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS		GRAVAS			MINIMO	MAXIMO
	ARENAS	GRAVAS	ARENAS	GRAVAS			
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

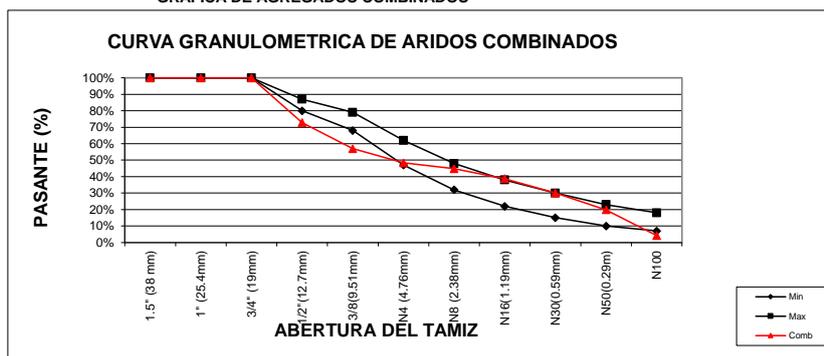
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R/A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



2N HE

 Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
	<p style="text-align: right;"> PIEDRA: Grava de 19,0 mm ARENA: Arena Fina 12-jul-18 RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm² ASENTAMIENTO INICIAL: 20 ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm CEMENTO: Holcim HE </p>

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8 (9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16 (1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30 (0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50 (0.29mm)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

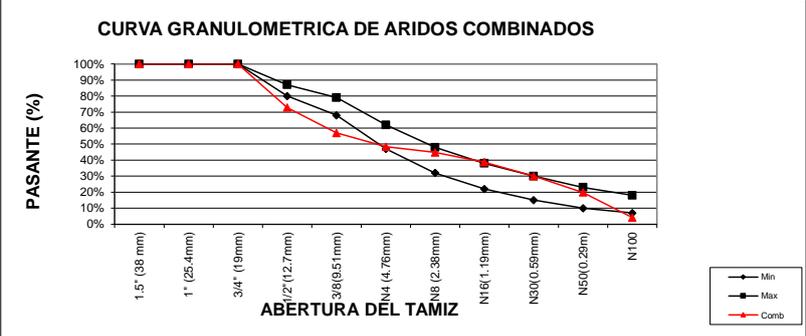
Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
--------------	-------------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS

CURVA GRANULOMETRICA DE ARIDOS COMBINADOS



The graph plots 'PASANTE (%)' on the y-axis (0% to 100%) against 'ABERTURA DEL TAMIZ' on the x-axis. The x-axis labels are: 1.5" (38 mm), 1" (25.4mm), 3/4" (19mm), 1/2" (12.7mm), 3/8 (9.51 mm), N4 (4.76mm), N8 (2.38mm), N16 (1.19mm), N30 (0.59mm), N50 (0.29mm), and N100. Three curves are shown: 'Min' (black line with circles), 'Max' (black line with squares), and 'Comb' (red line with triangles). All curves start at 100% for the 1.5" sieve and decrease as the sieve size decreases. The 'Comb' curve is positioned between the 'Min' and 'Max' curves.

80

2M HE

 <small>Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</small>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19.0 mm
ARENA: Arena Fina
 12-jul-18
FECHA:
RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 **ASENTAMIENTO FINAL:** 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim HE

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

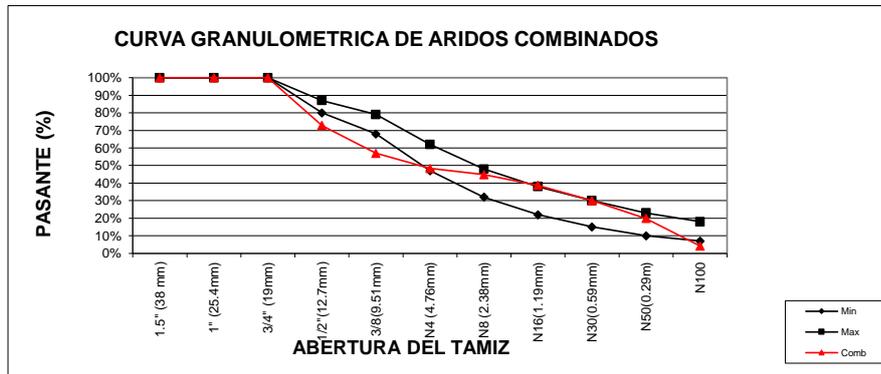
TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS		GRAVAS			MINIMO	MAXIMO
	48%	52%	0%	100%			
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000
R /C	0.50

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



3P HE

 <p style="font-size: small;">Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</p>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

FECHA: 13-jul-18

RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm²

ASENTAMIENTO INICIAL: 20

CEMENTO: Holcim HE

PIEDRA: Grava de 19.0 mm

ARENA: Arena Fina

ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

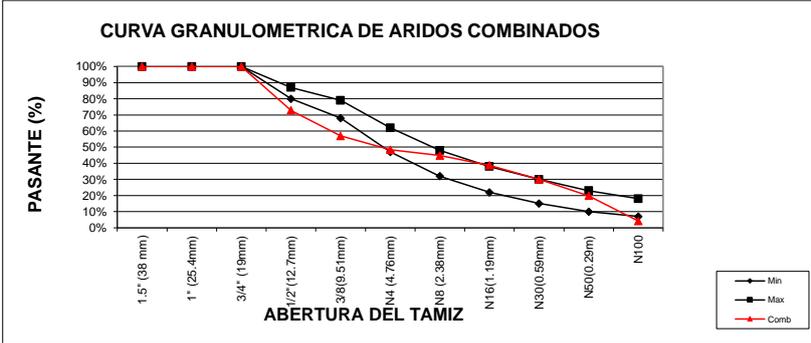
Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densidad Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS

CURVA GRANULOMETRICA DE ARIDOS COMBINADOS



The graph plots 'PASANTE (%)' on the y-axis (0 to 100) against 'ABERTURA DEL TAMIZ' on the x-axis. The x-axis categories are: 1.5" (38 mm), 1" (25.4mm), 3/4" (19mm), 1/2" (12.7mm), 3/8(9.51mm), 1/4 (4.76mm), N8 (2.38mm), N16(1.19mm), N30(0.59mm), N50(0.29m), and N100. Three curves are shown: 'Min' (black line with circles), 'Max' (black line with squares), and 'Comb' (red line with triangles). All curves start at 100% for the largest sieve and decrease as the sieve size decreases, with the 'Comb' curve representing the target or average performance.

3N HE

FECHA:
RESISTENCIA A COMPRESION:
ASENTAMIENTO INICIAL:
CEMENTO:

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
13-jul-18
420 Kg/cm²
20 ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm
Holcim HE

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS		GRAVAS			MINIMO	MAXIMO
	ARENAS	GRAVAS	ARENAS	GRAVAS			
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	87%	
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	62%	
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	48%	
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	38%	
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	30%	
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	23%	
N100	6.70%		1.80%		4.15%	18%	

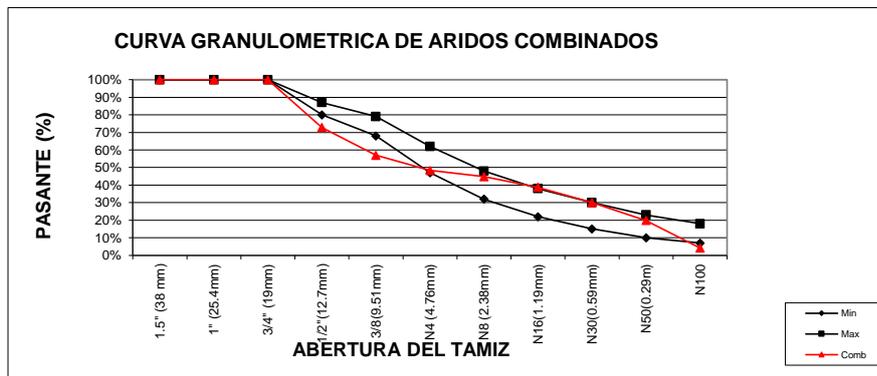
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



3M HE



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19.0 mm
ARENA: Arena Fina
FECHA: 13-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 **ASENTAMIENTO FINAL:** 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim HE

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS		GRAVAS			MINIMO	MAXIMO
	ARENAS	GRAVAS	ARENAS	GRAVAS			
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	87%	
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	62%	
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	48%	
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	38%	
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	30%	
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	23%	
N100	6.70%		1.80%		4.15%	18%	

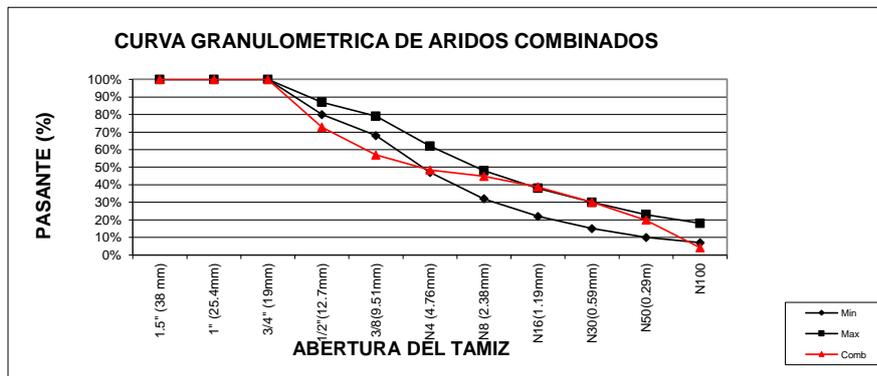
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



4P HE

 Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
 12-jul-18
FECHA:
RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 **ASENTAMIENTO FINAL:** 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim HE

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS		GRAVAS			MINIMO	MAXIMO
	ARENAS	GRAVAS	ARENAS	GRAVAS			
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

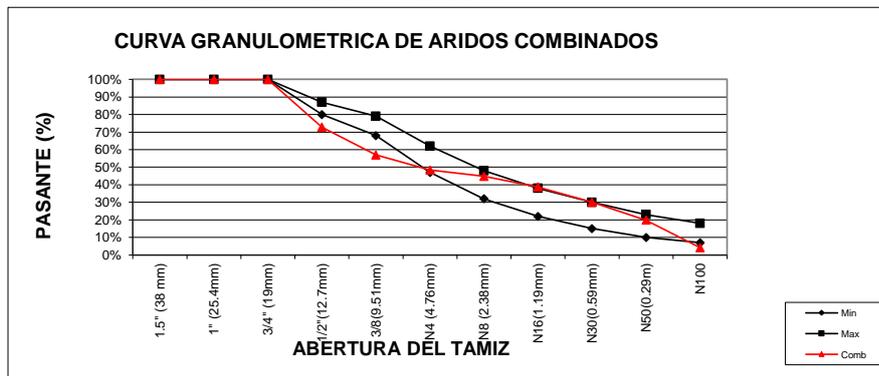
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
--------------	-------------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



4N HE



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
FECHA: 12-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20
ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim HE

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29mm)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

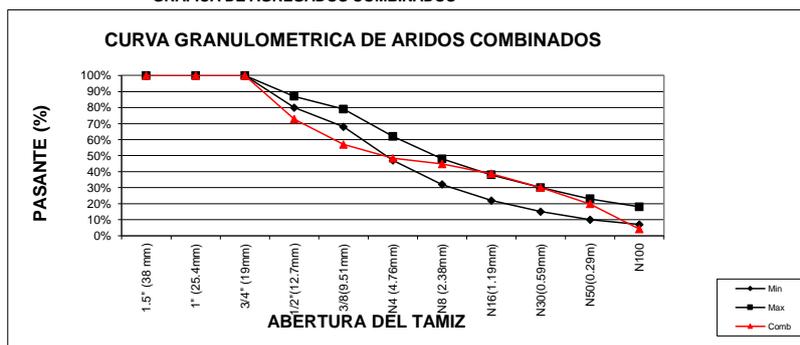
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



4M HE



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
FECHA: 16-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim HE

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29mm)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

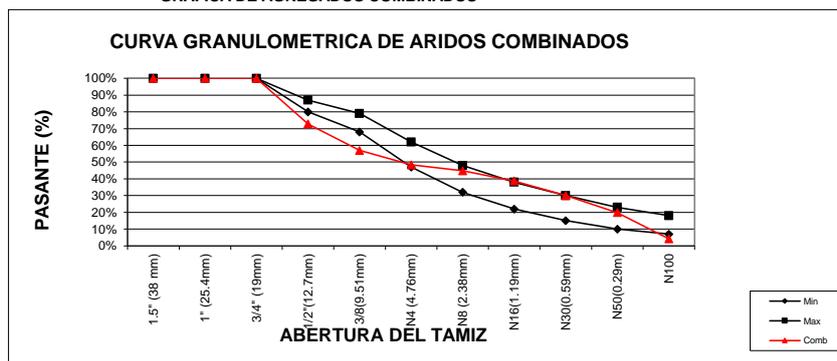
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



5P HE

 <small>Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</small>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19.0 mm
ARENA: Arena Fina
FECHA: 17-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 **ASENTAMIENTO FINAL:** 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim HE

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS		GRAVAS			MINIMO	MAXIMO
	48%	52%	0%	100%			
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

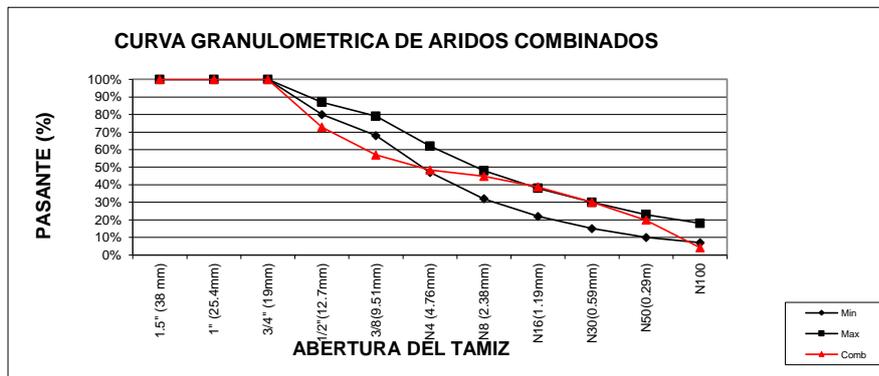
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
--------------	-------------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



5N HE



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
 17-jul-18
FECHA:
RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 **ASENTAMIENTO FINAL:** 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim HE

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS		GRAVAS			MINIMO	MAXIMO
	ARENAS	GRAVAS	ARENAS	GRAVAS			
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

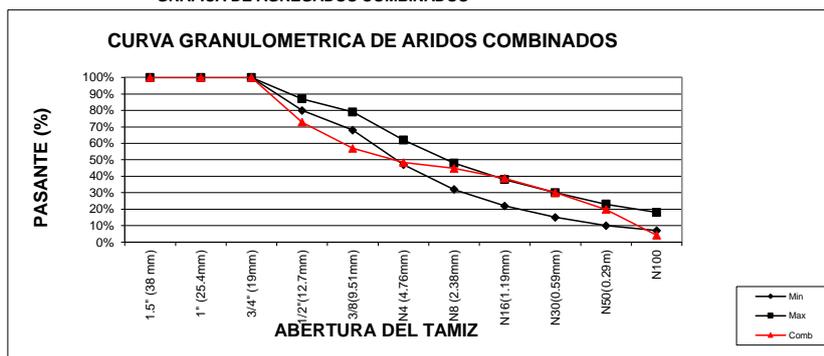
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



5M HE

 <small>Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</small>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19.0 mm
ARENA: Arena Fina
FECHA: 17-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 **ASENTAMIENTO FINAL:** 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim HE

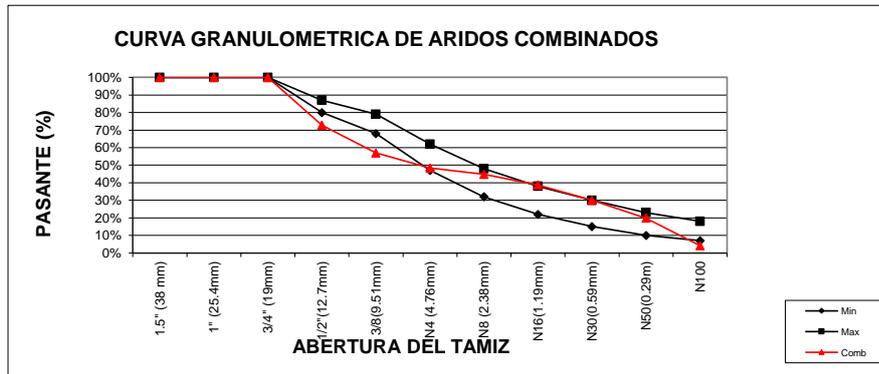
PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER							
TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS		GRAVAS			MINIMO	MAXIMO
	48%	52%	100%	0%			
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000
R A/C	0.50

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



6P HE

 <small>Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</small>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
 19-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 **ASENTAMIENTO FINAL:** 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim HE

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%	0%	100.00%	0%	100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

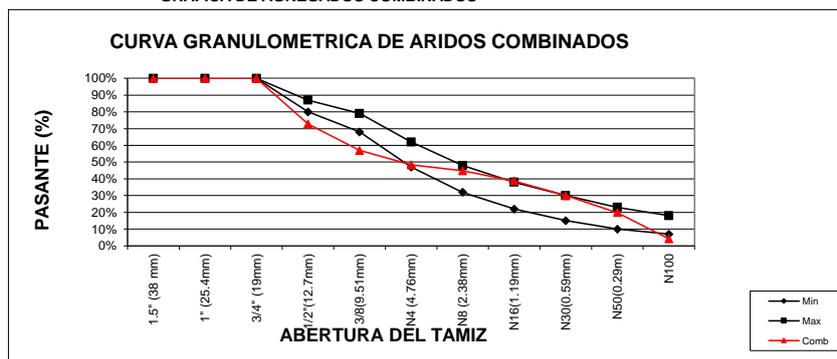
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



6N HE



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

DOSIFICACION 6N HE

FECHA:

RESISTENCIA A COMPRESION:

ASENTAMIENTO INICIAL:

CEMENTO:

PIEDRA: Grava de 19,0 mm

ARENA: Arena Fina

19-jul-18

420 Kg/cm²

20 **ASENTAMIENTO FINAL:**

20 +/- 2 cm

Hokim HE

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS		GRAVAS			MINIMO	MAXIMO
	ARENAS	GRAVAS	ARENAS	GRAVAS			
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

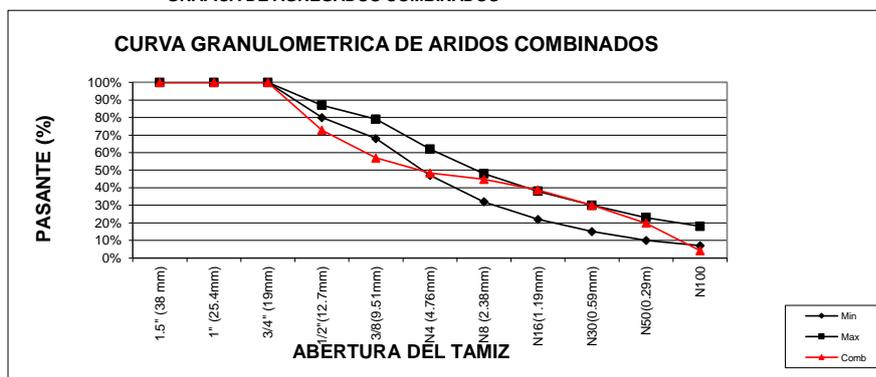
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
--------------	-------------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



6M HE



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

DOSIFICACION: 6M HE
FECHA:
RESISTENCIA A COMPRESION:
ASENTAMIENTO INICIAL:
CEMENTO:

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
 19-jul-18
 420 Kg/cm²
ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm
 Holcim HE

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%	0%	100.00%	0%	100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

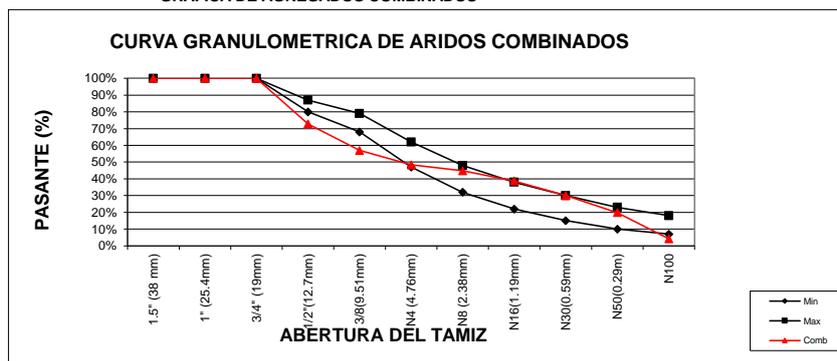
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



1P GU



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
FECHA: 06-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 280 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20
ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim GU

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29mm)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

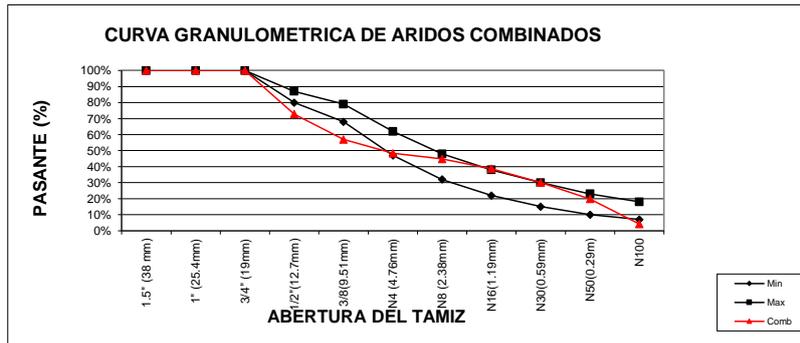
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



1N GU



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
 05-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 280 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 **ASENTAMIENTO FINAL:** 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim GU

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%	0%	100.00%	0%	100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

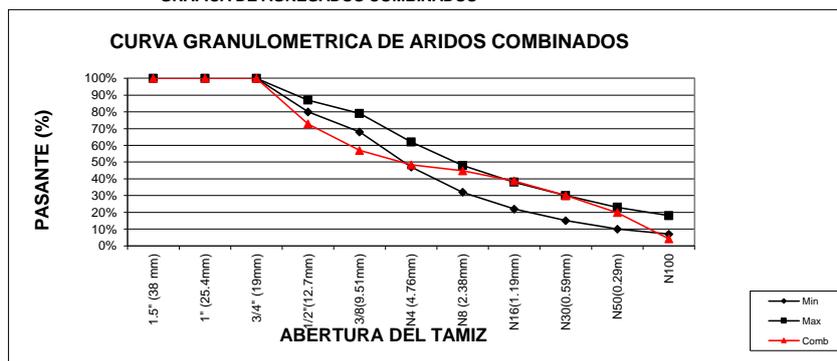
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C 0.50

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



1M GU



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
FECHA: 05-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 280 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20
ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim GU

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29mm)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

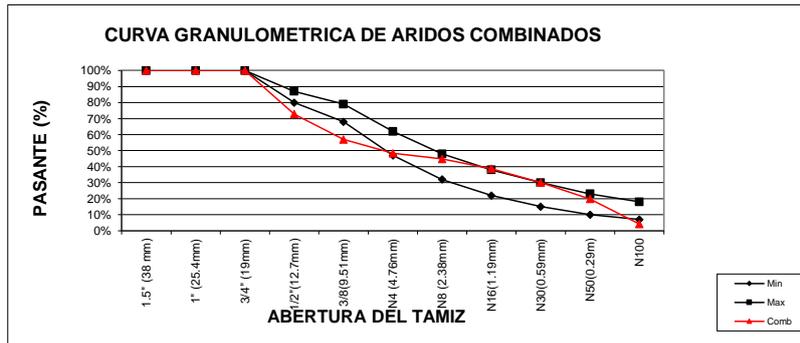
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



2P GU



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
FECHA: 06-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 280 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim GU

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS		GRAVAS			MINIMO	MAXIMO
	ARENAS	48%	GRAVAS	52%			
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

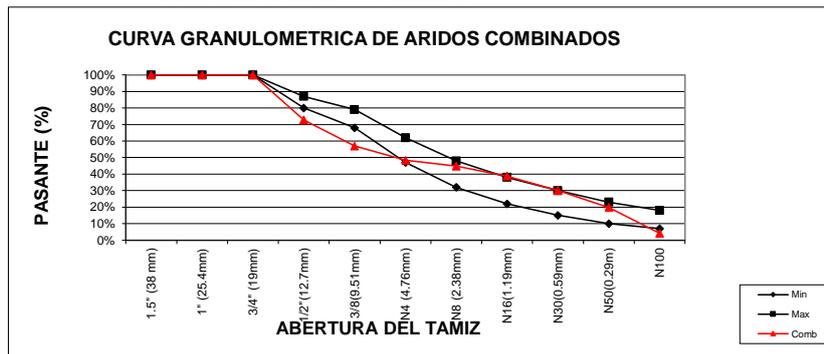
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



2N GU

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
 06-jul-18
FECHA:
RESISTENCIA A COMPRESION: 280 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 **ASENTAMIENTO FINAL:** 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim GU

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8 (9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16 (1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30 (0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50 (0.29mm)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

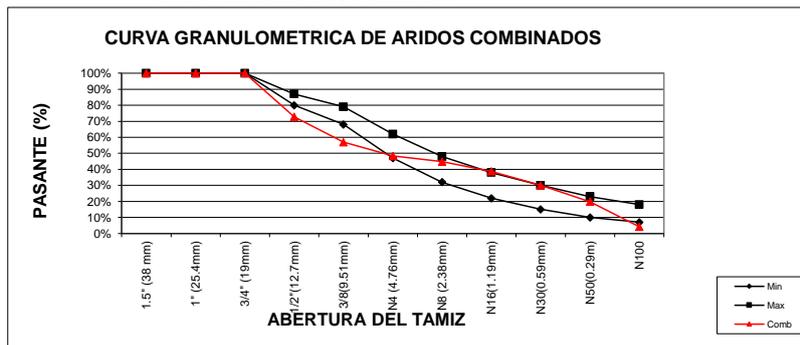
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



2M GU



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
FECHA: 06-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 280 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20
CEMENTO: Holcim GU
ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

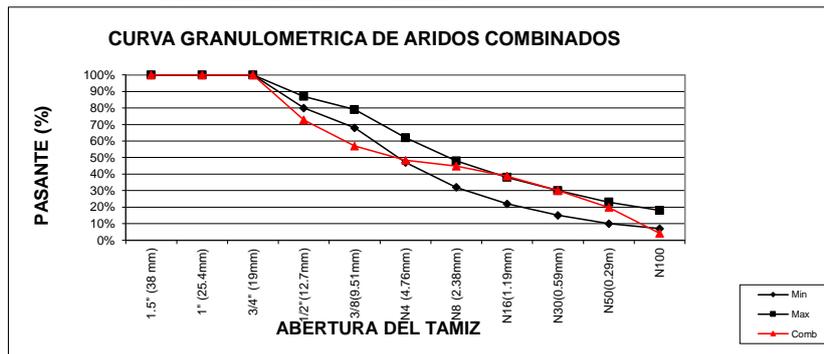
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



3P GU

 Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
 10-jul-18
FECHA:
RESISTENCIA A COMPRESION: 280 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 **ASENTAMIENTO FINAL:** 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim GU

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29mm)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

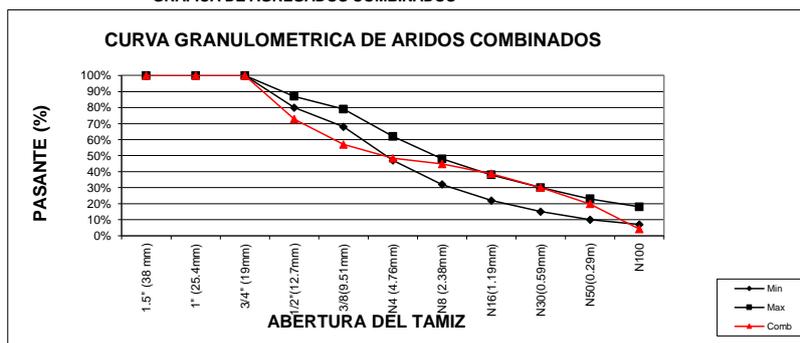
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



3N GU



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
 10-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 280 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20
ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim GU

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	

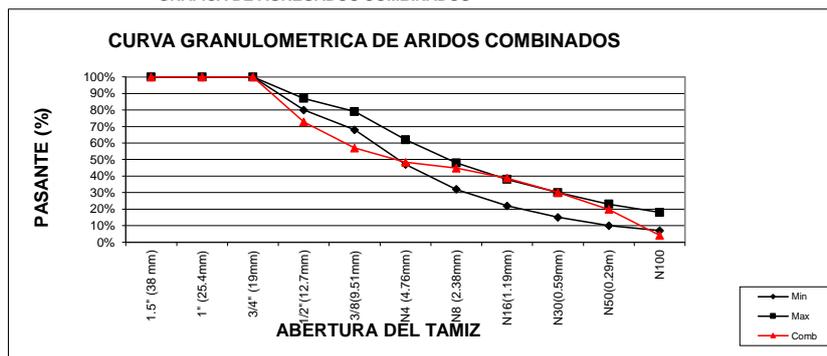
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



3M GU

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
 06-jul-18
FECHA:
RESISTENCIA A COMPRESION: 280 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 **ASENTAMIENTO FINAL:** 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim GU

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29mm)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

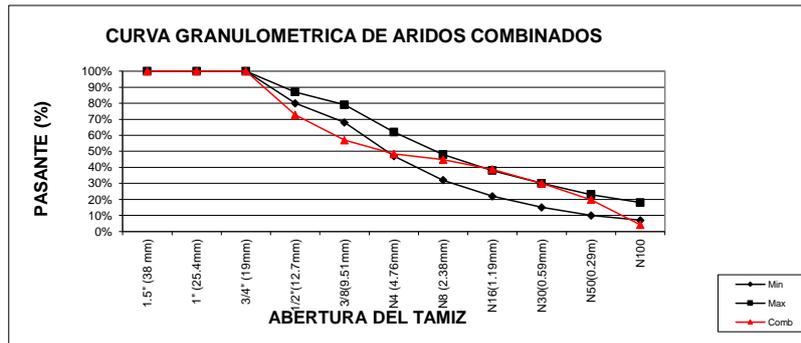
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



4P GU



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
 11-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 280 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 **ASENTAMIENTO FINAL:** 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim GU

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%	0%	100.00%	0%	100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%	0%	100.00%	0%	100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%	0%	100.00%	0%	100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%	0%	47.60%	0%	72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%	0%	17.30%	0%	57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%	0%	2.30%	0%	48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%	0%	1.80%	0%	44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%	0%	1.80%	0%	38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%	0%	1.80%	0%	30.02%	15%	30%
N50(0.29mm)	39.30%	0%	1.80%	0%	19.80%	10%	23%
N100	6.70%	0%	1.80%	0%	4.15%	7%	18%

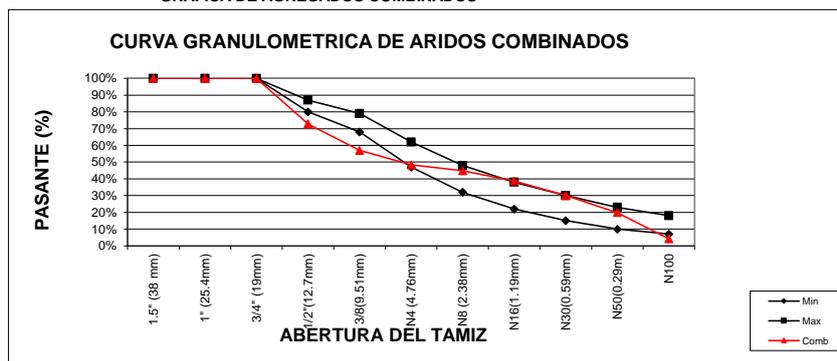
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



4N GU



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19,0 mm
ARENA: Arena Fina
FECHA: 11-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 280 Kg/cm²
ASENTAMIENTO INICIAL: 20
ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim GU

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS 48%		GRAVAS 52%			MINIMO	MAXIMO
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
	100%	0%	100%	0%			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	
N50(0.29mm)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	

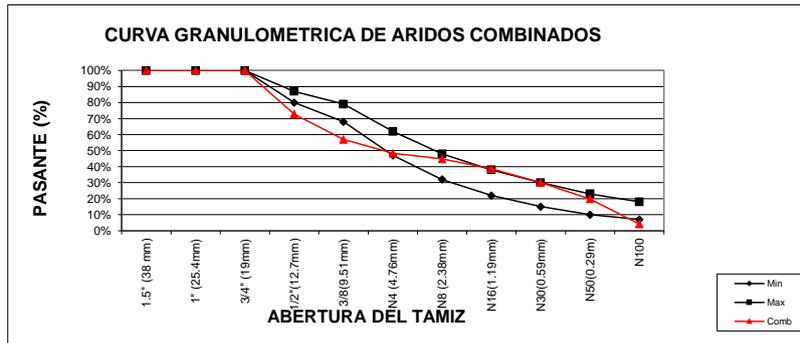
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m ³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
-------	------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



4M GU

 <small>Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</small>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PIEDRA: Grava de 19.0 mm
ARENA: Arena Fina
FECHA: 11-jul-18
RESISTENCIA A COMPRESION: 280 Kg/cm2
ASENTAMIENTO INICIAL: 20 **ASENTAMIENTO FINAL:** 20 +/- 2 cm
CEMENTO: Holcim GU

PROPORCIONAMIENTO DE AGREGADOS - FULLER

TAMIZ	PORCENTAJES PASA Y PROPORCIONES				Combinada	PORCENT. IDEALES	
	ARENAS		GRAVAS			MINIMO	MAXIMO
	48%	52%	0%	100%			
	100%	0%	100%	0%			
	ARENA 1	ARENA 2	GRAVA 1	GRAVA 2			
1.5" (38 mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1" (25.4mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
3/4" (19mm)	100.00%		100.00%		100.00%	100%	100%
1/2" (12.7mm)	100.00%		47.60%		72.75%	80%	87%
3/8(9.51mm)	100.00%		17.30%		57.00%	68%	79%
N4 (4.76mm)	98.20%		2.30%		48.33%	47%	62%
N8 (2.38mm)	91.40%		1.80%		44.81%	32%	48%
N16(1.19mm)	78.60%		1.80%		38.66%	22%	38%
N30(0.59mm)	60.60%		1.80%		30.02%	15%	30%
N50(0.29m)	39.30%		1.80%		19.80%	10%	23%
N100	6.70%		1.80%		4.15%	7%	18%

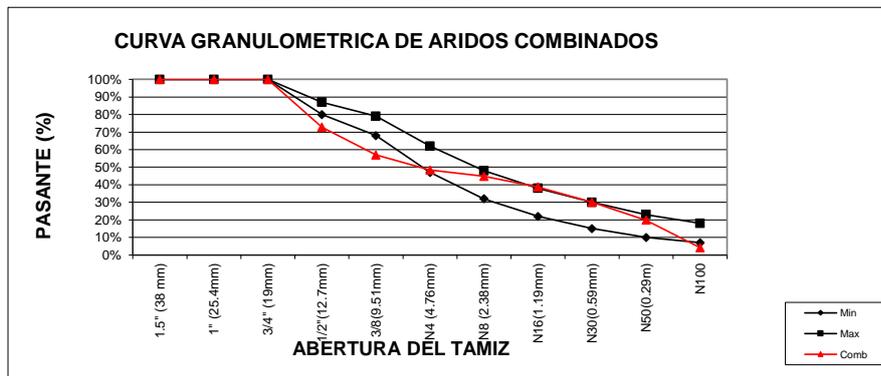
DISEÑO DE MEZCLA (Pesos SSS 1 m³)

Material	Densidad	Peso (kg)	Volumen (lt)
Cemento	2.990	480	161
Arena	2.66	739	278
Grava	2.612	801	307
Agua	1	240	240
Aire	1.5%		15
Total:		2260	1000

Densida Ponderada	2.64
Volumen m³ de Agregados	584.46
Volumen Total (Corroborado)	1000

R A/C	0.50
--------------	-------------

GRAFICA DE AGREGADOS COMBINADOS



ANEXO E
DISEÑO DE LAS DOSIFICACIONES
1P HE

 <small>Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</small>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL												
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA												
DISEÑO DE HORMIGON VERTIDO													
SEGUN ACI 211													
CLIENTE:	Oswaldo Fierro y Marlon Arellano												
OBRA:	Materia Integradora												
MATERIALES:	PIEDRA:	Grava de 19,0 mm											
	ARENA:	Arena Fina											
FECHA:	03-jul-18												
RESISTENCIA A COMPRESION:	420 Kg/cm ²												
ASENTAMIENTO INICIAL:	20	ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm											
CEMENTO:	Holcim HE												
PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES													
MATERIAL	Pe Kg/m ³	Pe (SSS) Kg/m ³	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	% CA ABSORCION	%CH HUMEDAD	MF Mód.Fimura	TNMax mm	D.Pondera. Agregados				
CEMENTO	2990												
ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635				
GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19					
AIRE		1.50%											
DOSIFICACION POR m³													
MATERIAL	PESO SSS/ m³ Kg		PESO NATURAL/m³ Kg		Vólumen por lts		Peso Lab 16 lts						
AGUA	240		254		240 lts		4.07 Kg						
CEMENTO	480		480		161 lts		7.68 Kg						
ARENA DE RIO	739		733		278 lts		11.74 Kg						
GRAVA DE 3/4"	801		792		307 lts		12.68 Kg						
AIRE					15 lts		0.0						
TOTAL	2260		2260		1000 lts		36.2						
<table border="1" style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <tr> <td>Relación a/c</td> <td>0.50</td> </tr> </table> <table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <td>Peso unitario</td> <td>2260 Kg./cm³</td> </tr> </table>			Relación a/c	0.50	Peso unitario	2260 Kg./cm³							
Relación a/c	0.50												
Peso unitario	2260 Kg./cm³												

1M HE

 <p>FICT Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</p>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA																																																		
DISEÑO DE HORMIGON VERTIDO SEGUN ACI 211																																																			
CLIENTE: Oswaldo Fierro y Marlon Arellano OBRA: Materia Integradora MATERIALES: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">PIEDRA:</td> <td>Grava de 19,0 mm</td> </tr> <tr> <td>ARENA:</td> <td>Arena Fina</td> </tr> </table>		PIEDRA:	Grava de 19,0 mm	ARENA:	Arena Fina																																														
PIEDRA:	Grava de 19,0 mm																																																		
ARENA:	Arena Fina																																																		
FECHA: 03-jul-18 RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm ² ASENTAMIENTO INICIAL: 20 ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm CEMENTO: Holcim HE																																																			
PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>Pe Kg/m³</th> <th>Pe (SSS) Kg/m³</th> <th>PUS Kg/m³</th> <th>PUC Kg/m³</th> <th>% CA ABSORCION</th> <th>%CH HUMEDAD</th> <th>MF Mód.Finura</th> <th>TNMax mm</th> <th>D.Pondera. Agregados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>2990</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ARENA DE RIO</td> <td></td> <td>2660</td> <td>1443</td> <td>1613</td> <td>2.46</td> <td>1.66</td> <td>1.98</td> <td></td> <td>2635</td> </tr> <tr> <td>GRAVA DE 3/4"</td> <td></td> <td>2612</td> <td>1352</td> <td>1503</td> <td>1.40</td> <td>0.33</td> <td></td> <td>19</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td></td> <td>1.50%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		MATERIAL	Pe Kg/m ³	Pe (SSS) Kg/m ³	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	% CA ABSORCION	%CH HUMEDAD	MF Mód.Finura	TNMax mm	D.Pondera. Agregados	CEMENTO	2990									ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635	GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19		AIRE		1.50%							
MATERIAL	Pe Kg/m ³	Pe (SSS) Kg/m ³	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	% CA ABSORCION	%CH HUMEDAD	MF Mód.Finura	TNMax mm	D.Pondera. Agregados																																										
CEMENTO	2990																																																		
ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635																																										
GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19																																											
AIRE		1.50%																																																	
DOSIFICACION POR m³																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>PESO SSS/ m³ Kg</th> <th>PESO NATURAL/m³ Kg</th> <th>Vólumen por lts</th> <th>Peso Lab 16 lts</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AGUA</td> <td>240</td> <td>254</td> <td>240 lts</td> <td>4.07 Kg</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>161 lts</td> <td>7.68 Kg</td> </tr> <tr> <td>ARENA DE RIO</td> <td>739</td> <td>733</td> <td>278 lts</td> <td>11.74 Kg</td> </tr> <tr> <td>GRAVA DE 3/4"</td> <td>801</td> <td>792</td> <td>307 lts</td> <td>12.68 Kg</td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td></td> <td></td> <td>15 lts</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>MICROSILICE</td> <td>2.5%</td> <td>12.00</td> <td>12.00</td> <td>0.01 lts</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.0%</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00 lts</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td>2260</td> <td>2260</td> <td>1000 lts</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>36.4</td> </tr> </tbody> </table>		MATERIAL	PESO SSS/ m ³ Kg	PESO NATURAL/m ³ Kg	Vólumen por lts	Peso Lab 16 lts	AGUA	240	254	240 lts	4.07 Kg	CEMENTO	480	480	161 lts	7.68 Kg	ARENA DE RIO	739	733	278 lts	11.74 Kg	GRAVA DE 3/4"	801	792	307 lts	12.68 Kg	AIRE			15 lts	0.0	MICROSILICE	2.5%	12.00	12.00	0.01 lts		0.0%	0.00	0.00	0.00 lts	TOTAL		2260	2260	1000 lts					36.4
MATERIAL	PESO SSS/ m ³ Kg	PESO NATURAL/m ³ Kg	Vólumen por lts	Peso Lab 16 lts																																															
AGUA	240	254	240 lts	4.07 Kg																																															
CEMENTO	480	480	161 lts	7.68 Kg																																															
ARENA DE RIO	739	733	278 lts	11.74 Kg																																															
GRAVA DE 3/4"	801	792	307 lts	12.68 Kg																																															
AIRE			15 lts	0.0																																															
MICROSILICE	2.5%	12.00	12.00	0.01 lts																																															
	0.0%	0.00	0.00	0.00 lts																																															
TOTAL		2260	2260	1000 lts																																															
				36.4																																															
<table border="1" style="width: 50%; margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Relación a/c</td> <td style="padding: 2px;">0.50</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 50%; margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Peso unitario</td> <td style="padding: 2px;">2260 Kg./cm³</td> </tr> </table>		Relación a/c	0.50	Peso unitario	2260 Kg./cm ³																																														
Relación a/c	0.50																																																		
Peso unitario	2260 Kg./cm ³																																																		

2N HE

 <p>FICT Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA</p>																																																		
<p>DISEÑO DE HORMIGON VERTIDO SEGUN ACI 211</p> <p>CLIENTE: Oswaldo Fierro y Marlon Arellano OBRA: Materia Integradora MATERIALES: 2N HE PIEDRA: Grava de 19,0 mm ARENA: Arena Fina FECHA: 12-jul-18 RESISTENCIA A COMPRESION: 420 Kg/cm2 ASENTAMIENTO INICIAL: 20 ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm CEMENTO: Holcim HE</p>																																																			
<p>PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>Pe Kg/m³</th> <th>Pe (SSS) Kg/m³</th> <th>PUS Kg/m³</th> <th>PUC Kg/m³</th> <th>% CA ABSORCION</th> <th>%CH HUMEDAD</th> <th>MF Mód.Finura</th> <th>TNMax mm</th> <th>D.Pondera. Agregados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>2990</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ARENA DE RIO</td> <td></td> <td>2660</td> <td>1443</td> <td>1613</td> <td>2.46</td> <td>1.66</td> <td>1.98</td> <td></td> <td>2635</td> </tr> <tr> <td>GRAVA DE 3/4"</td> <td></td> <td>2612</td> <td>1352</td> <td>1503</td> <td>1.40</td> <td>0.33</td> <td></td> <td>19</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td></td> <td>1.50%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		MATERIAL	Pe Kg/m ³	Pe (SSS) Kg/m ³	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	% CA ABSORCION	%CH HUMEDAD	MF Mód.Finura	TNMax mm	D.Pondera. Agregados	CEMENTO	2990									ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635	GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19		AIRE		1.50%							
MATERIAL	Pe Kg/m ³	Pe (SSS) Kg/m ³	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	% CA ABSORCION	%CH HUMEDAD	MF Mód.Finura	TNMax mm	D.Pondera. Agregados																																										
CEMENTO	2990																																																		
ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635																																										
GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19																																											
AIRE		1.50%																																																	
<p>DOSIFICACION POR m³</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>PESO SSS/ m³ Kg</th> <th>PESO NATURAL/m³ Kg</th> <th>Vólumen por lts</th> <th>Peso Lab 16 lts</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AGUA</td> <td>240</td> <td>254</td> <td>240 lts</td> <td>4.07 Kg</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>161 lts</td> <td>7.68 Kg</td> </tr> <tr> <td>ARENA DE RIO</td> <td>739</td> <td>733</td> <td>278 lts</td> <td>11.74 Kg</td> </tr> <tr> <td>GRAVA DE 3/4"</td> <td>801</td> <td>792</td> <td>307 lts</td> <td>12.68 Kg</td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td></td> <td></td> <td>15 lts</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>NANOSILICE</td> <td>1.0%</td> <td>4.80</td> <td>4.80 lts</td> <td>77 ml</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.0%</td> <td>0.00</td> <td>0.00 lts</td> <td>0 ml</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>2260</td> <td>2260</td> <td>1000 lts</td> <td>113.0</td> </tr> </tbody> </table>		MATERIAL	PESO SSS/ m ³ Kg	PESO NATURAL/m ³ Kg	Vólumen por lts	Peso Lab 16 lts	AGUA	240	254	240 lts	4.07 Kg	CEMENTO	480	480	161 lts	7.68 Kg	ARENA DE RIO	739	733	278 lts	11.74 Kg	GRAVA DE 3/4"	801	792	307 lts	12.68 Kg	AIRE			15 lts	0.0	NANOSILICE	1.0%	4.80	4.80 lts	77 ml		0.0%	0.00	0.00 lts	0 ml	TOTAL	2260	2260	1000 lts	113.0					
MATERIAL	PESO SSS/ m ³ Kg	PESO NATURAL/m ³ Kg	Vólumen por lts	Peso Lab 16 lts																																															
AGUA	240	254	240 lts	4.07 Kg																																															
CEMENTO	480	480	161 lts	7.68 Kg																																															
ARENA DE RIO	739	733	278 lts	11.74 Kg																																															
GRAVA DE 3/4"	801	792	307 lts	12.68 Kg																																															
AIRE			15 lts	0.0																																															
NANOSILICE	1.0%	4.80	4.80 lts	77 ml																																															
	0.0%	0.00	0.00 lts	0 ml																																															
TOTAL	2260	2260	1000 lts	113.0																																															
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Relación a/c</td> <td style="padding: 5px;">0.50</td> <td style="padding: 5px; margin-left: 20px;">Peso unitario</td> <td style="padding: 5px; margin-left: 20px;">2260 Kg./cm³</td> </tr> </table>		Relación a/c	0.50	Peso unitario	2260 Kg./cm³																																														
Relación a/c	0.50	Peso unitario	2260 Kg./cm³																																																

6M HE

 <small>Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</small>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL								
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA								
DISEÑO DE HORMIGON VERTIDO									
SEGUN ACI 211									
CLIENTE:	Oswaldo Fierro y Marlon Arellano								
OBRA:	Materia Integradora								
MATERIALES:	6M HE	PIEDRA: Grava de 19,0 mm							
		ARENA: Arena Fina							
FECHA:	19-jul-18								
RESISTENCIA A COMPRESION:	420 Kg/cm ²								
ASENTAMIENTO INICIAL:	20	ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm							
CEMENTO:	Holcim HE								
PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES									
MATERIAL	Pe Kg/m ³	Pe (SSS) Kg/m ³	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	% CA ABSORCION	%CH HUMEDAD	MF Mód.Finura	TNMax mm	D.Pondera. Agregados
CEMENTO	2990								
ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635
GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19	
AIRE		1.50%							
DOSIFICACION POR m³									
MATERIAL	PESO SSS/ m³ Kg		PESO NATURAL/m³ Kg		Vólumen por lts		Peso Lab 16 lts		
AGUA	240		254		240 lts		4.07 Kg		
CEMENTO	480		480		161 lts		7.68 Kg		
ARENA DE RIO	739		733		278 lts		11.74 Kg		
GRAVA DE 3/4"	801		792		307 lts		12.68 Kg		
AIRE					15 lts		0.0		
MICROSILICE	3.0%	14.40	14.40		0.01 lts		0 ml		
SUPERPLASTIF.	0.75%	3.60	3.60		0.00 lts		0 ml		
TOTAL	2260		2260		1000 lts		36.4		
Relación a/c		0.50		Peso unitario		2260 Kg./cm³			

1P GU

 <small>Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</small>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL												
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA												
DISEÑO DE HORMIGON VERTIDO SEGUN ACI 211													
CLIENTE: OBRA: MATERIALES: FECHA: RESISTENCIA A COMPRESION: ASENTAMIENTO INICIAL: CEMENTO:	Oswaldo Fierro y Marlon Arellano Materia Integradora 2P GU PIEDRA: Grava de 19,0 mm ARENA: Arena Fina 06-jul-18 280 Kg/cm2 20 ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm Holcim GU												
PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES													
MATERIAL	Pe Kg/m ³	Pe (SSS) Kg/m ³	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	% CA ABSORCION	%CH HUMEDAD	MF Mód.Finura	TNMax mm	D.Pondera. Agregados				
CEMENTO	2990												
ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635				
GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19					
AIRE		1.50%											
DOSIFICACION POR m³													
MATERIAL	PESO SSS/ m³ Kg		PESO NATURAL/m³ Kg		Vólumen por lts		Peso Lab 16 lts						
AGUA	240		254		240 lts		4.07 Kg						
CEMENTO	480		480		161 lts		7.68 Kg						
ARENA DE RIO	739		733		278 lts		11.74 Kg						
GRAVA DE 3/4"	801		792		307 lts		12.68 Kg						
AIRE					15 lts		0.0						
SIKATELL 250	1.0%	4.80	4.80		0.00 lts		0 ml						
	0.0%	0.00	0.00		0.00 lts		0 ml						
TOTAL	2260		2260		1000 lts		36.2						
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Relación a/c</td> <td>0.50</td> </tr> </table>		Relación a/c	0.50	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Peso unitario</td> <td>2260 Kg./cm³</td> </tr> </table>								Peso unitario	2260 Kg./cm³
Relación a/c	0.50												
Peso unitario	2260 Kg./cm³												

1N GU

 Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL																																																		
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA																																																		
DISEÑO DE HORMIGON VERTIDO SEGUN ACI 211																																																			
CLIENTE: Oswaldo Fierro y Marlon Arellano OBRA: Materia Integradora MATERIALES: 1N GU PIEDRA: Grava de 19,0 mm ARENA: Arena Fina FECHA: 05-jul-18 RESISTENCIA A COMPRESION: 280 Kg/cm ² ASENTAMIENTO INICIAL: 20 ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm CEMENTO: Holcim HE																																																			
PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>Pe Kg/m³</th> <th>Pe (SSS) Kg/m³</th> <th>PUS Kg/m³</th> <th>PUC Kg/m³</th> <th>% CA ABSORCION</th> <th>%CH HUMEDAD</th> <th>MF Mód.Finura</th> <th>TNMax mm</th> <th>D.Pondera. Agregados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>2990</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ARENA DE RIO</td> <td></td> <td>2660</td> <td>1443</td> <td>1613</td> <td>2.46</td> <td>1.66</td> <td>1.98</td> <td></td> <td>2635</td> </tr> <tr> <td>GRAVA DE 3/4"</td> <td></td> <td>2612</td> <td>1352</td> <td>1503</td> <td>1.40</td> <td>0.33</td> <td></td> <td>19</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td></td> <td>1.50%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	MATERIAL	Pe Kg/m ³	Pe (SSS) Kg/m ³	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	% CA ABSORCION	%CH HUMEDAD	MF Mód.Finura	TNMax mm	D.Pondera. Agregados	CEMENTO	2990									ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635	GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19		AIRE		1.50%								
MATERIAL	Pe Kg/m ³	Pe (SSS) Kg/m ³	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	% CA ABSORCION	%CH HUMEDAD	MF Mód.Finura	TNMax mm	D.Pondera. Agregados																																										
CEMENTO	2990																																																		
ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635																																										
GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19																																											
AIRE		1.50%																																																	
DOSIFICACION POR m³																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>PESO SSS/ m³ Kg</th> <th>PESO NATURAL/m³ Kg</th> <th>Vólumen por lts</th> <th>Peso Lab 16 lts</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AGUA</td> <td>240</td> <td>254</td> <td>240 lts</td> <td>4.07 Kg</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>161 lts</td> <td>7.68 Kg</td> </tr> <tr> <td>ARENA DE RIO</td> <td>739</td> <td>733</td> <td>278 lts</td> <td>11.74 Kg</td> </tr> <tr> <td>GRAVA DE 3/4"</td> <td>801</td> <td>792</td> <td>307 lts</td> <td>12.68 Kg</td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td></td> <td></td> <td>15 lts</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>SIKATELL 250</td> <td>1.0% 0.0%</td> <td>4.80 0.00</td> <td>0.00 lts 0.00 lts</td> <td>0 ml 0 ml</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td>2260</td> <td>1000 lts</td> <td>36.2</td> </tr> </tbody> </table>	MATERIAL	PESO SSS/ m ³ Kg	PESO NATURAL/m ³ Kg	Vólumen por lts	Peso Lab 16 lts	AGUA	240	254	240 lts	4.07 Kg	CEMENTO	480	480	161 lts	7.68 Kg	ARENA DE RIO	739	733	278 lts	11.74 Kg	GRAVA DE 3/4"	801	792	307 lts	12.68 Kg	AIRE			15 lts	0.0	SIKATELL 250	1.0% 0.0%	4.80 0.00	0.00 lts 0.00 lts	0 ml 0 ml	TOTAL		2260	1000 lts	36.2											
MATERIAL	PESO SSS/ m ³ Kg	PESO NATURAL/m ³ Kg	Vólumen por lts	Peso Lab 16 lts																																															
AGUA	240	254	240 lts	4.07 Kg																																															
CEMENTO	480	480	161 lts	7.68 Kg																																															
ARENA DE RIO	739	733	278 lts	11.74 Kg																																															
GRAVA DE 3/4"	801	792	307 lts	12.68 Kg																																															
AIRE			15 lts	0.0																																															
SIKATELL 250	1.0% 0.0%	4.80 0.00	0.00 lts 0.00 lts	0 ml 0 ml																																															
TOTAL		2260	1000 lts	36.2																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Relación a/c</td> <td style="width: 50%;">0.50</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">Peso unitario</td> <td style="width: 50%;">2260 Kg./cm³</td> </tr> </table>	Relación a/c	0.50	Peso unitario	2260 Kg./cm³																																															
Relación a/c	0.50																																																		
Peso unitario	2260 Kg./cm³																																																		

1M GU

 <p style="font-size: small;">Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</p>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL																																																			
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA																																																			
<p>DISEÑO DE HORMIGON VERTIDO SEGUN ACI 211</p> <p>CLIENTE: Oswaldo Fierro y Marlon Arellano OBRA: Materia Integradora MATERIALES: 1M GU PIEDRA: Grava de 19,0 mm ARENA: Arena Fina FECHA: 05-jul-18 RESISTENCIA A COMPRESION: 280 Kg/cm² ASENTAMIENTO INICIAL: 20 ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm CEMENTO: Holcim GU</p>																																																				
<p>PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>Pe Kg/m³</th> <th>Pe (SSS) Kg/m³</th> <th>PUS Kg/m³</th> <th>PUC Kg/m³</th> <th>% CA ABSORCION</th> <th>%CH HUMEDAD</th> <th>MF Mód.Finura</th> <th>TNMax mm</th> <th>D.Pondera. Agregados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>2990</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ARENA DE RIO</td> <td></td> <td>2660</td> <td>1443</td> <td>1613</td> <td>2.46</td> <td>1.66</td> <td>1.98</td> <td></td> <td>2635</td> </tr> <tr> <td>GRAVA DE 3/4"</td> <td></td> <td>2612</td> <td>1352</td> <td>1503</td> <td>1.40</td> <td>0.33</td> <td></td> <td>19</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td></td> <td>1.50%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			MATERIAL	Pe Kg/m ³	Pe (SSS) Kg/m ³	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	% CA ABSORCION	%CH HUMEDAD	MF Mód.Finura	TNMax mm	D.Pondera. Agregados	CEMENTO	2990									ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635	GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19		AIRE		1.50%							
MATERIAL	Pe Kg/m ³	Pe (SSS) Kg/m ³	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	% CA ABSORCION	%CH HUMEDAD	MF Mód.Finura	TNMax mm	D.Pondera. Agregados																																											
CEMENTO	2990																																																			
ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635																																											
GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19																																												
AIRE		1.50%																																																		
<p>DOSIFICACION POR m³</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>PESO SSS/ m³ Kg</th> <th>PESO NATURAL/m³ Kg</th> <th>Vólumen por lts</th> <th>Peso Lab 16 lts</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AGUA</td> <td>240</td> <td>254</td> <td>240 lts</td> <td>4.07 Kg</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>161 lts</td> <td>7.68 Kg</td> </tr> <tr> <td>ARENA DE RIO</td> <td>739</td> <td>733</td> <td>278 lts</td> <td>11.74 Kg</td> </tr> <tr> <td>GRAVA DE 3/4"</td> <td>801</td> <td>792</td> <td>307 lts</td> <td>12.68 Kg</td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td></td> <td></td> <td>15 lts</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>SIKATELL 250</td> <td>1.0% 0.0%</td> <td>4.80 0.00</td> <td>4.80 0.00 lts</td> <td>0 ml 0 ml</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>2260</td> <td>2260</td> <td>1000 lts</td> <td>36.2</td> </tr> </tbody> </table>			MATERIAL	PESO SSS/ m ³ Kg	PESO NATURAL/m ³ Kg	Vólumen por lts	Peso Lab 16 lts	AGUA	240	254	240 lts	4.07 Kg	CEMENTO	480	480	161 lts	7.68 Kg	ARENA DE RIO	739	733	278 lts	11.74 Kg	GRAVA DE 3/4"	801	792	307 lts	12.68 Kg	AIRE			15 lts	0.0	SIKATELL 250	1.0% 0.0%	4.80 0.00	4.80 0.00 lts	0 ml 0 ml	TOTAL	2260	2260	1000 lts	36.2										
MATERIAL	PESO SSS/ m ³ Kg	PESO NATURAL/m ³ Kg	Vólumen por lts	Peso Lab 16 lts																																																
AGUA	240	254	240 lts	4.07 Kg																																																
CEMENTO	480	480	161 lts	7.68 Kg																																																
ARENA DE RIO	739	733	278 lts	11.74 Kg																																																
GRAVA DE 3/4"	801	792	307 lts	12.68 Kg																																																
AIRE			15 lts	0.0																																																
SIKATELL 250	1.0% 0.0%	4.80 0.00	4.80 0.00 lts	0 ml 0 ml																																																
TOTAL	2260	2260	1000 lts	36.2																																																
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Relación a/c</td> <td style="padding: 5px;">0.50</td> <td style="padding: 5px; margin-left: 20px;">Peso unitario</td> <td style="padding: 5px; margin-left: 20px;">2260 Kg./cm³</td> </tr> </table>			Relación a/c	0.50	Peso unitario	2260 Kg./cm³																																														
Relación a/c	0.50	Peso unitario	2260 Kg./cm³																																																	

3P GU

 <small>Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</small>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL													
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA													
DISEÑO DE HORMIGON VERTIDO														
SEGUN ACI 211														
CLIENTE:	Oswaldo Fierro y Marlon Arellano													
OBRA:	Materia Integradora													
MATERIALES:	3P GU	PIEDRA: Grava de 19,0 mm												
		ARENA: Arena Fina												
FECHA:	10-jul-18													
RESISTENCIA A COMPRESION:	280 Kg/cm2													
ASENTAMIENTO INICIAL:	20	ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm												
CEMENTO:	Holcim GU													
PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES														
MATERIAL	Pe Kg/m ³	Pe (SSS) Kg/m ³	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	% CA ABSORCION	%CH HUMEDAD	MF Mód.Finura	TNMax mm	D.Pondera. Agregados					
CEMENTO	2990													
ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635					
GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19						
AIRE		1.50%												
DOSIFICACION POR m³														
MATERIAL	PESO SSS/ m³ Kg		PESO NATURAL/m³ Kg		Vólumen por lts			Peso Lab 16 lts						
AGUA	240		254		240 lts			4.07 Kg						
CEMENTO	480		480		161 lts			7.68 Kg						
ARENA DE RIO	739		733		278 lts			11.74 Kg						
GRAVA DE 3/4"	801		792		307 lts			12.68 Kg						
AIRE					15 lts			0.0						
SIKATELL 250	1.0%	4.80	4.80		0.00 lts			0 ml						
	0.0%	0.00	0.00		0.00 lts			0 ml						
TOTAL	2260		2260		1000 lts			36.2						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Relación a/c</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">0.50</td> <td style="border: none; width: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Peso unitario</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">2260 Kg./cm³</td> </tr> </table>										Relación a/c	0.50		Peso unitario	2260 Kg./cm ³
Relación a/c	0.50		Peso unitario	2260 Kg./cm ³										

3N GU

 <small>Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</small>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL								
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA								
DISEÑO DE HORMIGON VERTIDO									
SEGUN ACI 211									
CLIENTE:	Oswaldo Fierro y Marlon Arellano								
OBRA:	Materia Integradora								
MATERIALES:	3N GU	PIEDRA:	Grava de 19,0 mm						
		ARENA:	Arena Fina						
FECHA:	10-jul-18								
RESISTENCIA A COMPRESION:	280 Kg/cm ²								
ASENTAMIENTO INICIAL:	20	ASENTAMIENTO FINAL:	20 +/- 2 cm						
CEMENTO:	Holcim GU								
PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES									
MATERIAL	Pe	Pe (SSS)	PUS	PUC	% CA	%CH	MF	TNMax	D.Pondera.
	Kg/m ³	Kg/m ³	Kg/m ³	Kg/m ³	ABSORCION	HUMEDAD	Mód.Finura	mm	Agregados
CEMENTO	2990								
ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635
GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19	
AIRE		1.50%							
DOSIFICACION POR m³									
MATERIAL	PESO SSS/ m ³		PESO NATURAL/m ³		Vólumen por lts		Peso Lab		
		Kg		Kg				16 lts	
AGUA		240		254		240 lts			4.07 Kg
CEMENTO		480		480		161 lts			7.68 Kg
ARENA DE RIO		739		733		278 lts			11.74 Kg
GRAVA DE 3/4"		801		792		307 lts			12.68 Kg
AIRE						15 lts			0.0
SIKATELL 250	1.0%	4.80		4.80		0.00 lts			0 ml
	0.0%	0.00		0.00		0.00 lts			0 ml
TOTAL		2260		2260		1000 lts			36.2
Relación a/c		0.50		Peso unitario			2260 Kg./cm ³		

3M GU

 <small>Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</small>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL									
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA									
DISEÑO DE HORMIGON VERTIDO										
SEGUN ACI 211										
CLIENTE:	Oswaldo Fierro y Marlon Arellano									
OBRA:	Materia Integradora									
MATERIALES:	3M GU	PIEDRA: Grava de 19,0 mm								
		ARENA: Arena Fina								
FECHA:	10-jul-18									
RESISTENCIA A COMPRESION:	280 Kg/cm ²									
ASENTAMIENTO INICIAL:	20	ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm								
CEMENTO:	Holcim GU									
PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES										
MATERIAL	Pe Kg/m ³	Pe (SSS) Kg/m ³	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	% CA ABSORCION	%CH HUMEDAD	MF Mód.Fimura	TNMax mm	D.Pondera. Agregados	
CEMENTO	2990									
ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635	
GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19		
AIRE		1.50%								
DOSIFICACION POR m³										
MATERIAL	PESO SSS/ m³ Kg		PESO NATURAL/m³ Kg		Vólumen por lts		Peso Lab 16 lts			
AGUA	240		254		240 lts		4.07 Kg			
CEMENTO	480		480		161 lts		7.68 Kg			
ARENA DE RIO	739		733		278 lts		11.74 Kg			
GRAVA DE 3/4"	801		792		307 lts		12.68 Kg			
AIRE					15 lts		0.0			
SIKATELL 250	1.0%	4.80	4.80		0.00 lts		0 ml			
	0.0%	0.00	0.00		0.00 lts		0 ml			
TOTAL	2260		2260		1000 lts		36.2			
Relación a/c			0.50			Peso unitario		2260 Kg./cm ³		

4P GU

 <small>Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</small>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL								
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA								
<p>DISEÑO DE HORMIGON VERTIDO SEGUN ACI 211</p> <p>CLIENTE: Oswaldo Fierro y Marlon Arellano OBRA: Materia Integradora MATERIALES: 4P GU PIEDRA: Grava de 19,0 mm ARENA: Arena Fina FECHA: 11-jul-18 RESISTENCIA A COMPRESION: 280 Kg/cm² ASENTAMIENTO INICIAL: 20 ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm CEMENTO: Holcim GU</p>									
PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES									
MATERIAL	Pe	Pe (SSS)	PUS	PUC	% CA	%CH	MF	TNMax	D.Pondera.
	<small>Kg/m³</small>	<small>Kg/m³</small>	<small>Kg/m³</small>	<small>Kg/m³</small>	<small>ABSORCION</small>	<small>HUMEDAD</small>	<small>Mód.Finura</small>	<small>mm</small>	<small>Agregados</small>
CEMENTO	2990								
ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635
GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19	
AIRE		1.50%							
DOSIFICACION POR m³									
MATERIAL	PESO SSS/ m³		PESO NATURAL/m³		Vólumen por lts		Peso Lab		
	<small>Kg</small>		<small>Kg</small>		<small>lts</small>		<small>16 lts</small>		
AGUA	240		254		240 lts		4.07 Kg		
CEMENTO	480		480		161 lts		7.68 Kg		
ARENA DE RIO	739		733		278 lts		11.74 Kg		
GRAVA DE 3/4"	801		792		307 lts		12.68 Kg		
AIRE					15 lts		0.0		
SIKATELL 250	1.0%	4.80	4.80		0.00 lts		0 ml		
	0.0%	0.00	0.00		0.00 lts		0 ml		
TOTAL	2260		2260		1000 lts		36.2		
Relación a/c		0.50		Peso unitario		2260 Kg./cm³			

4N GU

 <small>Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra</small>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL								
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA								
DISEÑO DE HORMIGON VERTIDO									
SEGUN ACI 211									
CLIENTE:	Oswaldo Fierro y Marlon Arellano								
OBRA:	Materia Integradora								
MATERIALES:	4N GU	PIEDRA: Grava de 19,0 mm							
		ARENA: Arena Fina							
FECHA:	11-jul-18								
RESISTENCIA A COMPRESION:	420 Kg/cm ²								
ASENTAMIENTO INICIAL:	20	ASENTAMIENTO FINAL: 20 +/- 2 cm							
CEMENTO:	Holcim GU								
PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES									
MATERIAL	Pe Kg/m ³	Pe (SSS) Kg/m ³	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	% CA ABSORCION	%CH HUMEDAD	MF Mód.Finura	TNMax mm	D.Pondera. Agregados
CEMENTO	2990								
ARENA DE RIO		2660	1443	1613	2.46	1.66	1.98		2635
GRAVA DE 3/4"		2612	1352	1503	1.40	0.33		19	
AIRE		1.50%							
DOSIFICACION POR m³									
MATERIAL	PESO SSS/ m³ Kg		PESO NATURAL/m³ Kg		Vólumen por lts		Peso Lab 16 lts		
AGUA	240		254		240 lts		4.07 Kg		
CEMENTO	480		480		161 lts		7.68 Kg		
ARENA DE RIO	739		733		278 lts		11.74 Kg		
GRAVA DE 3/4"	801		792		307 lts		12.68 Kg		
AIRE					15 lts		0.0		
SIKATELL 250	1.0%	4.80	4.80		0.00 lts		0 ml		
	0.0%	0.00	0.00		0.00 lts		0 ml		
TOTAL	2260		2260		1000 lts		36.2		
Relación a/c		0.50		Peso unitario		2260 Kg./cm³			

1N HE

 Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR HUMEDAD

PROYECTO: Materia Integradora RESISTENCIA A COMPRESION: 420 kg/cm²
 FECHA: 03-jul-18

MATERIAL	DOSIFICACION ESTADO SSS	CANTIDAD DE AGUA ADICIONAL	DOSIFICACION FINAL SSS	HUMEDAD NATURAL	ABSORCIÓN	DOSIFICACION EST. NATURAL	VOLUMENES	DENSIDADES EN SSS	PRUEBAS
	Kg	Lt		%	%	Kg	m ³	Kg/m ³	(t)
AGUA	240.0	0.160	250.0			264.2	0.2500	1000	4.23
CEMENTO	480.0		480.0			480.0	0.1605	2990	7.68
GRAVA DE 3/4"	800.8		800.8	0.33	1.40	792.4	0.3066	2612	12.68
ARENA DE RIO	739.2		739.2	1.66	2.46	733.5	0.2779	2660	11.74
NANOSILICE	0.8	3.8	3.8			3.8	0.004	1000.00	0.06
AIRE	0.0	0.0	0.0			0.0	0.000	1000.00	0.00
SUMATORIA	2260.1		2270.1			2270.1	0.999		

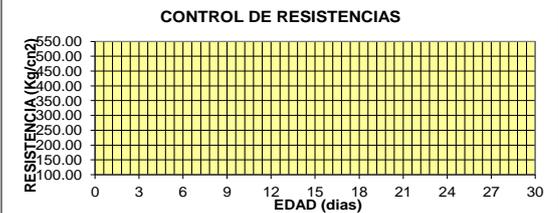
ASENTAMIENTO DEL HORMIGON	DENSIDAD TEÓRICA	a/c
cm	Kg/m ³	
ver cuadro abajo	2272.61	0.52

CONTROL DE RESISTENCIAS DESVIACION ESTANDAR = 4.5 Kg/cm²
 RESISTENCIA REQUERIDA : f_{cr} = 426 Kg/cm²

PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO	PORCENTAJE ALCANZADO
#			dias*	(cm)	KN	(MPa)	(Mpa)	(%)
1	03-jul-18	06-jul-18	3	10.0	217.72	27.7	27.63	65.79
2	03-jul-18	06-jul-18		10.0	216.35	27.5		
3	03-jul-18	10-jul-18		10.0	279.4	35.6		
4	03-jul-18	10-jul-18	7	10.0	274.3	34.9	35.25	83.93
5	03-jul-18	17-jul-18		10.0	335.72	42.7		
6	03-jul-18	17-jul-18	14	10.0	329.18	41.9	42.33	100.78
7	03-jul-18	31-jul-18		10.0	346.05	44.1		
8	03-jul-18	31-jul-18	28	10.0	351.77	44.8	44.42	105.77

CONTROL DE TRABAJABILIDAD

DOSIFICACION DE ADITIVOS	HORA DE PRUEBA	TIEMPO TRANSCURRIDO (min)	ASENTAMIENTOS	
			(cm)	pérdida
	11:24:00 a. m.	0	20.00	
	11:54:00 a. m.	00:30	15.00	5.0
	12:24:00 p. m.	01:00	14.00	1.0



CONTROL DE RESISTENCIAS



TIEMPO DE TRABAJABILIDAD

1M HE



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR HUMEDAD

PROYECTO: Materia Integradora RESISTENCIA A COMPRESION: 420 kg/cm2
FECHA: 03-jul-18

MATERIAL	DOSIFICACION ESTADO SSS	CANTIDAD DE AGUA ADICIONAL	DOSIFICACION FINAL SSS	HUMEDAD NATURAL	ABSORCIÓN	DOSIFICACION EST. NATURAL	VOLUMENES	DENSIDADES EN SSS	PRUEBAS
	Kg	Lt		%	%	Kg	m³	Kg/m³	(t)
AGUA	240.0	0.500	271.3			285.5	0.2713	1000	4.57
CEMENTO	480.0		480.0			480.0	0.1605	2990	7.68
GRAVA DE 3/4"	800.8		800.8	0.33	1.40	792.4	0.3066	2612	12.68
ARENA DE RIO	739.2		739.2	1.66	2.46	733.5	0.2779	2660	11.74
MICROSILICE	12.0		12.0	0.0		12.0	0.012	1000.00	0.19
AIRE	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000	1000.00	0.00	
SUMATORIA	2260.1		2291.3			2291.3	1.028		

ASENTAMIENTO DEL HORMIGON	DENSIDAD TEÓRICA	a/c
cm	Kg/m³	
ver cuadro abajo	2228.28	0.57

CONTROL DE RESISTENCIAS

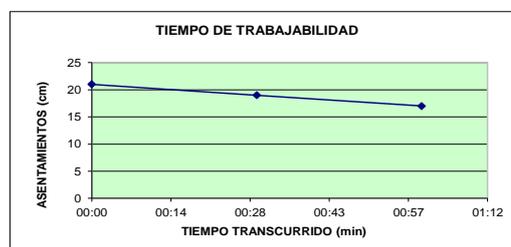
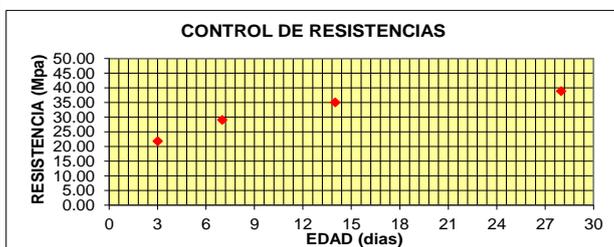
DESVIACION ESTANDAR = 4.5 Kg/cm2

RESISTENCIA REQUERIDA : f'cr = 426 Kg/cm2

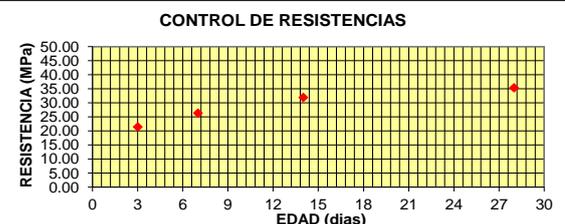
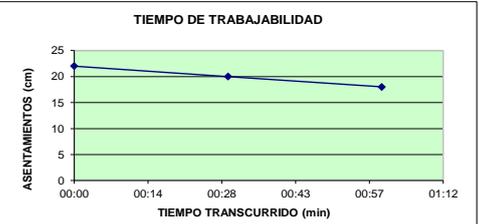
PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO	PORCENTAJE ALCANZADO
#			días*	(cm)	KN	(MPa)	(Mpa)	(%)
1	03-jul-18	06-jul-18	3	10.0	170.69	21.7	21.78	51.85
2	03-jul-18	06-jul-18		10.0	171.4	21.8		
3	03-jul-18	10-jul-18		10.0	227	28.9		
4	03-jul-18	10-jul-18	7	10.0	228.68	29.1	29.01	69.07
5	03-jul-18	17-jul-18		10.0	279.68	35.6		
6	03-jul-18	17-jul-18	14	10.0	269.96	34.4	34.99	83.31
7	03-jul-18	31-jul-18		10.0	301.33	38.4		
8	03-jul-18	31-jul-18	28	10.0	309.02	39.3	38.86	92.51

CONTROL DE TRABAJABILIDAD

DOSIFICACION DE ADITIVOS	HORA DE PRUEBA	TIEMPO TRANSCURRIDO (min)	ASENTAMIENTOS	
			(cm)	pérdida
	11:24:00 a. m.	0	21.00	
	11:54:00 a. m.	00:30	19.00	2.0
	12:24:00 p. m.	01:00	17.00	2.0



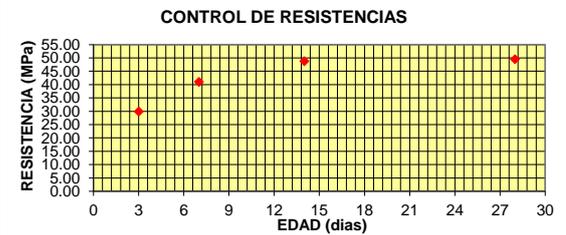
2M HE

		ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA															
CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR HUMEDAD																	
PROYECTO: Materia Integradora FECHA: 12-jul-18				RESISTENCIA A COMPRESION: 420 kg/cm2													
MATERIAL	DOSIFICACION ESTADO SSS	CANTIDAD DE AGUA ADICIONAL	DOSIFICACION FINAL SSS	HUMEDAD NATURAL	ABSORCIÓN	DOSIFICACION EST. NATURAL	VOLUMENES	DENSIDADES EN SSS	PRUEBAS (t)								
	Kg	Lt		%	%	Kg	m³	Kg/m³	16								
AGUA	240.0	0.350	261.9			264.7	0.2619	1000	4.23								
CEMENTO	480.0		480.0			480.0	0.1605	2990	7.68								
GRAVA DE 3/4"	800.8		800.8	0.33	1.40	792.4	0.3066	2612	12.68								
ARENA DE RIO	739.2		739.2	2.46	1.68	744.9	0.2779	2660	11.92								
MICROSILICE	3.0		14.4	14.4			14.4	0.014	1000.00	0.23							
AIRE	0.0	0.0	0.0			0.0	0.000	1000.00	0.00								
SUMATORIA	2260.1		2282.0			2282.0	1.021										
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th>ASENTAMIENTO DEL HORMIGON</th> <th>DENSIDAD TEORICA</th> <th rowspan="2">a/c</th> </tr> <tr> <th>cm</th> <th>Kg/m³</th> </tr> <tr> <td>ver cuadro abajo</td> <td>2234.32</td> <td>0.55</td> </tr> </table>										ASENTAMIENTO DEL HORMIGON	DENSIDAD TEORICA	a/c	cm	Kg/m³	ver cuadro abajo	2234.32	0.55
ASENTAMIENTO DEL HORMIGON	DENSIDAD TEORICA	a/c															
cm	Kg/m³																
ver cuadro abajo	2234.32	0.55															
CONTROL DE RESISTENCIAS																	
DESVIACION ESTANDAR = 4.5 Kg/cm2 RESISTENCIA REQUERIDA : f'cr = 426 Kg/cm2																	
PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO	PORCENTAJE ALCANZADO									
#			días*	(cm)	KN	(MPa)	(Mpa)	(%)									
1	12-jul-18	15-jul-18	3	10.0	170.26	21.7	21.37	50.87									
2	12-jul-18	15-jul-18	3	10.0	165.37	21.1											
3	12-jul-18	19-jul-18	7	10.0	206.82	26.3	26.34	62.71									
4	12-jul-18	19-jul-18		10.0	206.87	26.3											
5	12-jul-18	26-jul-18	14	10.0	248.084	31.6	31.85	75.82									
6	12-jul-18	26-jul-18		10.0	252.155	32.1											
7	12-jul-18	09-ago-18	28	10.0	271.76	34.6	35.34	84.14									
8	12-jul-18	09-ago-18		10.0	283.32	36.1											
CONTROL DE TRABAJABILIDAD																	
DOSIFICACION DE ADITIVOS	HORA DE PRUEBA	TIEMPO TRANSCURRIDO (min)	ASENTAMIENTOS														
			(cm)	pérdida													
	09:45:00 a. m.	0	22.0														
	10:15:00 a. m.	00:30	20	2.0													
	10:45:00 a. m.	01:00	18	2.0													
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;">  <p style="text-align: center;">CONTROL DE RESISTENCIAS</p> </div> <div style="width: 45%;">  <p style="text-align: center;">TIEMPO DE TRABAJABILIDAD</p> </div> </div>																	

4N HE

	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA																																																																																	
CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR HUMEDAD																																																																																		
PROYECTO: Materia Integradora FECHA: 16-jul-18	RESISTENCIA A COMPRESION: 420 kg/cm2																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>DOSIFICACION ESTADO SSS Kg</th> <th>CANTIDAD DE AGUA ADICIONAL Lt</th> <th>DOSIFICACION FINAL SSS</th> <th>HUMEDAD NATURAL %</th> <th>ABSORCIÓN %</th> <th>DOSIFICACION EST. NATURAL Kg</th> <th>VOLUMENES m³</th> <th>DENSIDADES EN SSS Kg/m³</th> <th>PRUEBAS (ft)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AGUA</td> <td style="color: green;">240.0</td> <td rowspan="6" style="text-align: center; color: red; font-weight: bold;">0.150</td> <td style="color: red;">249.4</td> <td></td> <td></td> <td>252.2</td> <td>0.2494</td> <td>1000</td> <td>4.03</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO</td> <td style="color: green;">480.0</td> <td style="color: red;">480.0</td> <td></td> <td></td> <td>480.0</td> <td>0.1605</td> <td>2990</td> <td>7.68</td> </tr> <tr> <td>GRAVA DE 3/4"</td> <td style="color: green;">800.8</td> <td style="color: blue;">0.33</td> <td style="color: blue;">1.40</td> <td></td> <td>792.4</td> <td>0.3066</td> <td style="color: blue;">2612</td> <td>12.68</td> </tr> <tr> <td>ARENA DE RIO</td> <td style="color: green;">739.2</td> <td style="color: blue;">2.46</td> <td style="color: blue;">1.68</td> <td></td> <td>744.9</td> <td>0.2779</td> <td style="color: blue;">2660</td> <td>11.92</td> </tr> <tr> <td>NANOSILICE</td> <td style="color: red;">1.0</td> <td style="color: green;">4.8</td> <td style="color: red;">4.8</td> <td></td> <td>4.8</td> <td>0.005</td> <td style="color: red;">1000.00</td> <td>0.08</td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td></td> <td style="color: red;">0.0</td> <td style="color: red;">0.0</td> <td></td> <td>0.0</td> <td></td> <td style="color: red;">1000.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>SUMATORIA</td> <td>2260.1</td> <td></td> <td>2269.5</td> <td></td> <td></td> <td>2269.5</td> <td>0.999</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	MATERIAL	DOSIFICACION ESTADO SSS Kg	CANTIDAD DE AGUA ADICIONAL Lt	DOSIFICACION FINAL SSS	HUMEDAD NATURAL %	ABSORCIÓN %	DOSIFICACION EST. NATURAL Kg	VOLUMENES m³	DENSIDADES EN SSS Kg/m³	PRUEBAS (ft)	AGUA	240.0	0.150	249.4			252.2	0.2494	1000	4.03	CEMENTO	480.0	480.0			480.0	0.1605	2990	7.68	GRAVA DE 3/4"	800.8	0.33	1.40		792.4	0.3066	2612	12.68	ARENA DE RIO	739.2	2.46	1.68		744.9	0.2779	2660	11.92	NANOSILICE	1.0	4.8	4.8		4.8	0.005	1000.00	0.08	AIRE		0.0	0.0		0.0		1000.00	0.00	SUMATORIA	2260.1		2269.5			2269.5	0.999			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ASENTAMIENTO DEL HORMIGON cm</th> <th>DENSIDAD TEÓRICA Kg/m³</th> <th>a/c</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ver cuadro abajo</td> <td>2271.23</td> <td style="color: blue;">0.52</td> </tr> </tbody> </table>	ASENTAMIENTO DEL HORMIGON cm	DENSIDAD TEÓRICA Kg/m³	a/c	ver cuadro abajo	2271.23	0.52
MATERIAL	DOSIFICACION ESTADO SSS Kg	CANTIDAD DE AGUA ADICIONAL Lt	DOSIFICACION FINAL SSS	HUMEDAD NATURAL %	ABSORCIÓN %	DOSIFICACION EST. NATURAL Kg	VOLUMENES m³	DENSIDADES EN SSS Kg/m³	PRUEBAS (ft)																																																																									
AGUA	240.0	0.150	249.4			252.2	0.2494	1000	4.03																																																																									
CEMENTO	480.0		480.0			480.0	0.1605	2990	7.68																																																																									
GRAVA DE 3/4"	800.8		0.33	1.40		792.4	0.3066	2612	12.68																																																																									
ARENA DE RIO	739.2		2.46	1.68		744.9	0.2779	2660	11.92																																																																									
NANOSILICE	1.0		4.8	4.8		4.8	0.005	1000.00	0.08																																																																									
AIRE			0.0	0.0		0.0		1000.00	0.00																																																																									
SUMATORIA	2260.1		2269.5			2269.5	0.999																																																																											
ASENTAMIENTO DEL HORMIGON cm	DENSIDAD TEÓRICA Kg/m³	a/c																																																																																
ver cuadro abajo	2271.23	0.52																																																																																
CONTROL DE RESISTENCIAS																																																																																		
DESVIACION ESTANDAR = 4.5 Kg/cm2 RESISTENCIA REQUERIDA : f'cr = 426 Kg/cm2																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PROBETA #</th> <th>FECHA DE MOLDEO</th> <th>FECHA DE ENSAYO</th> <th>EDAD dias*</th> <th>DIAMETRO (cm)</th> <th>CARGA KN</th> <th>RESISTENCIA (MPa)</th> <th>RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)</th> <th>PORCENTAJE ALCANZADO (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>16-jul-18</td> <td>19-jul-18</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">3</td> <td>10.0</td> <td>210.12</td> <td>26.8</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">26.29</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">62.60</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>16-jul-18</td> <td>19-jul-18</td> <td>10.0</td> <td>202.9</td> <td>25.8</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>16-jul-18</td> <td>23-jul-18</td> <td>10.0</td> <td>300.85</td> <td>38.3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>16-jul-18</td> <td>23-jul-18</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">7</td> <td>10.0</td> <td>291.44</td> <td>37.1</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">37.71</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">89.78</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>16-jul-18</td> <td>30-jul-18</td> <td>10.0</td> <td>328.47</td> <td>41.8</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>16-jul-18</td> <td>30-jul-18</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">14</td> <td>10.0</td> <td>331.66</td> <td>42.2</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">42.03</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">100.06</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>16-jul-18</td> <td>13-ago-18</td> <td>10.0</td> <td>328.193</td> <td>41.8</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>16-jul-18</td> <td>13-ago-18</td> <td style="text-align: center;">28</td> <td>10.0</td> <td>359.604</td> <td>45.8</td> <td style="text-align: center;">43.79</td> <td style="text-align: center;">104.25</td> </tr> </tbody> </table>	PROBETA #	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD dias*	DIAMETRO (cm)	CARGA KN	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)	PORCENTAJE ALCANZADO (%)	1	16-jul-18	19-jul-18	3	10.0	210.12	26.8	26.29	62.60	2	16-jul-18	19-jul-18	10.0	202.9	25.8	3	16-jul-18	23-jul-18	10.0	300.85	38.3	4	16-jul-18	23-jul-18	7	10.0	291.44	37.1	37.71	89.78	5	16-jul-18	30-jul-18	10.0	328.47	41.8	6	16-jul-18	30-jul-18	14	10.0	331.66	42.2	42.03	100.06	7	16-jul-18	13-ago-18	10.0	328.193	41.8	8	16-jul-18	13-ago-18	28	10.0	359.604	45.8	43.79	104.25													
PROBETA #	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD dias*	DIAMETRO (cm)	CARGA KN	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)	PORCENTAJE ALCANZADO (%)																																																																										
1	16-jul-18	19-jul-18	3	10.0	210.12	26.8	26.29	62.60																																																																										
2	16-jul-18	19-jul-18		10.0	202.9	25.8																																																																												
3	16-jul-18	23-jul-18		10.0	300.85	38.3																																																																												
4	16-jul-18	23-jul-18	7	10.0	291.44	37.1	37.71	89.78																																																																										
5	16-jul-18	30-jul-18		10.0	328.47	41.8																																																																												
6	16-jul-18	30-jul-18	14	10.0	331.66	42.2	42.03	100.06																																																																										
7	16-jul-18	13-ago-18		10.0	328.193	41.8																																																																												
8	16-jul-18	13-ago-18	28	10.0	359.604	45.8	43.79	104.25																																																																										
CONTROL DE TRABAJABILIDAD																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">DOSIFICACION DE ADITIVOS</th> <th rowspan="2">HORA DE PRUEBA</th> <th rowspan="2">TIEMPO TRANSCURRIDO (min)</th> <th colspan="2">ASENTAMIENTOS</th> </tr> <tr> <th>(cm)</th> <th>pérdida</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>09:45:00 a. m.</td> <td>0</td> <td>20.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>10:15:00 a. m.</td> <td>00:30</td> <td>15.5</td> <td>4.5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10:45:00 a. m.</td> <td>01:00</td> <td>14.5</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	DOSIFICACION DE ADITIVOS	HORA DE PRUEBA	TIEMPO TRANSCURRIDO (min)	ASENTAMIENTOS		(cm)	pérdida		09:45:00 a. m.	0	20.0			10:15:00 a. m.	00:30	15.5	4.5		10:45:00 a. m.	01:00	14.5	1.0																																																												
DOSIFICACION DE ADITIVOS				HORA DE PRUEBA	TIEMPO TRANSCURRIDO (min)	ASENTAMIENTOS																																																																												
	(cm)	pérdida																																																																																
	09:45:00 a. m.	0	20.0																																																																															
	10:15:00 a. m.	00:30	15.5	4.5																																																																														
	10:45:00 a. m.	01:00	14.5	1.0																																																																														
 <p>CONTROL DE RESISTENCIAS</p>	 <p>TIEMPO DE TRABAJABILIDAD</p>																																																																																	

5N HE

	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA																																																																																					
CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR HUMEDAD																																																																																						
PROYECTO: Materia Integradora FECHA: 17-jul-18	RESISTENCIA A COMPRESION: 420 kg/cm2																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>DOSIFICACION ESTADO SSS Kg</th> <th>CANTIDAD DE AGUA ADICIONAL Lt</th> <th>DOSIFICACION FINAL SSS</th> <th>HUMEDAD NATURAL %</th> <th>ABSORCIÓN %</th> <th>DOSIFICACION EST. NATURAL Kg</th> <th>VOLUMENES m³</th> <th>DENSIDADES EN SSS Kg/m³</th> <th>PRUEBAS (t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AGUA</td> <td style="color: green;">240.0</td> <td rowspan="6" style="text-align: center; color: red; font-weight: bold;">0.150</td> <td style="color: green;">249.4</td> <td></td> <td></td> <td>248.1</td> <td>0.2494</td> <td>1000</td> <td>3.97</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO</td> <td style="color: green;">480.0</td> <td style="color: green;">480.0</td> <td></td> <td></td> <td>480.0</td> <td>0.1605</td> <td>2990</td> <td>7.68</td> </tr> <tr> <td>GRAVA DE 3/4"</td> <td style="color: red;">8</td> <td style="color: green;">800.8</td> <td></td> <td style="color: blue;">0.33</td> <td style="color: blue;">1.40</td> <td>792.4</td> <td>0.3066</td> <td style="color: blue;">2612</td> <td>12.68</td> </tr> <tr> <td>ARENA DE RIO</td> <td style="color: green;">739.2</td> <td style="color: green;">739.2</td> <td></td> <td style="color: blue;">3.00</td> <td style="color: blue;">1.66</td> <td>749.0</td> <td>0.2779</td> <td style="color: blue;">2660</td> <td>11.98</td> </tr> <tr> <td>NANOSILICE</td> <td style="color: red;">3.0</td> <td style="color: green;">14.4</td> <td style="color: green;">14.4</td> <td></td> <td></td> <td>14.4</td> <td>0.014</td> <td style="color: red;">1000.00</td> <td>0.23</td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td style="color: red;">0.0</td> <td style="color: green;">0.0</td> <td style="color: green;">0.0</td> <td></td> <td></td> <td>0.0</td> <td>0.000</td> <td style="color: red;">1000</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>SUMATORIA</td> <td style="color: green;">2260.1</td> <td></td> <td style="color: green;">2269.5</td> <td></td> <td></td> <td style="color: green;">2269.5</td> <td style="color: green;">1.009</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	MATERIAL	DOSIFICACION ESTADO SSS Kg	CANTIDAD DE AGUA ADICIONAL Lt	DOSIFICACION FINAL SSS	HUMEDAD NATURAL %	ABSORCIÓN %	DOSIFICACION EST. NATURAL Kg	VOLUMENES m³	DENSIDADES EN SSS Kg/m³	PRUEBAS (t)	AGUA	240.0	0.150	249.4			248.1	0.2494	1000	3.97	CEMENTO	480.0	480.0			480.0	0.1605	2990	7.68	GRAVA DE 3/4"	8	800.8		0.33	1.40	792.4	0.3066	2612	12.68	ARENA DE RIO	739.2	739.2		3.00	1.66	749.0	0.2779	2660	11.98	NANOSILICE	3.0	14.4	14.4			14.4	0.014	1000.00	0.23	AIRE	0.0	0.0	0.0			0.0	0.000	1000	0.00	SUMATORIA	2260.1		2269.5			2269.5	1.009			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ASENTAMIENTO DEL HORMIGON cm</th> <th>DENSIDAD TEÓRICA Kg/m³</th> <th>a/c</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ver cuadro abajo</td> <td>2249.61</td> <td style="color: blue;">0.52</td> </tr> </tbody> </table>	ASENTAMIENTO DEL HORMIGON cm	DENSIDAD TEÓRICA Kg/m³	a/c	ver cuadro abajo	2249.61	0.52
MATERIAL	DOSIFICACION ESTADO SSS Kg	CANTIDAD DE AGUA ADICIONAL Lt	DOSIFICACION FINAL SSS	HUMEDAD NATURAL %	ABSORCIÓN %	DOSIFICACION EST. NATURAL Kg	VOLUMENES m³	DENSIDADES EN SSS Kg/m³	PRUEBAS (t)																																																																													
AGUA	240.0	0.150	249.4			248.1	0.2494	1000	3.97																																																																													
CEMENTO	480.0		480.0			480.0	0.1605	2990	7.68																																																																													
GRAVA DE 3/4"	8		800.8		0.33	1.40	792.4	0.3066	2612	12.68																																																																												
ARENA DE RIO	739.2		739.2		3.00	1.66	749.0	0.2779	2660	11.98																																																																												
NANOSILICE	3.0		14.4	14.4			14.4	0.014	1000.00	0.23																																																																												
AIRE	0.0		0.0	0.0			0.0	0.000	1000	0.00																																																																												
SUMATORIA	2260.1		2269.5			2269.5	1.009																																																																															
ASENTAMIENTO DEL HORMIGON cm	DENSIDAD TEÓRICA Kg/m³	a/c																																																																																				
ver cuadro abajo	2249.61	0.52																																																																																				
CONTROL DE RESISTENCIAS																																																																																						
DESVIACION ESTANDAR = 4.5 Kg/cm2 RESISTENCIA REQUERIDA : f'cr = 426 Kg/cm2																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PROBETA #</th> <th>FECHA DE MOLDEO</th> <th>FECHA DE ENSAYO</th> <th>EDAD dias*</th> <th>DIAMETRO (cm)</th> <th>CARGA KN</th> <th>RESISTENCIA (MPa)</th> <th>RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)</th> <th>PORCENTAJE ALCANZADO (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>17-jul-18</td> <td>20-jul-18</td> <td rowspan="3">3</td> <td>10.0</td> <td>231.16</td> <td>29.4</td> <td rowspan="3">29.94</td> <td rowspan="3">71.28</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>17-jul-18</td> <td>20-jul-18</td> <td>10.0</td> <td>239.12</td> <td>30.4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>17-jul-18</td> <td>24-jul-18</td> <td>10.0</td> <td>318.75</td> <td>40.6</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>17-jul-18</td> <td>24-jul-18</td> <td rowspan="2">7</td> <td>10.0</td> <td>325.16</td> <td>41.4</td> <td rowspan="2">40.99</td> <td rowspan="2">97.60</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>17-jul-18</td> <td>31-jul-18</td> <td>10.0</td> <td>388.47</td> <td>49.5</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>17-jul-18</td> <td>31-jul-18</td> <td rowspan="2">14</td> <td>10.0</td> <td>377.19</td> <td>48.0</td> <td rowspan="2">48.74</td> <td rowspan="2">116.06</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>17-jul-18</td> <td>14-ago-18</td> <td>10.0</td> <td>387.28</td> <td>49.3</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>17-jul-18</td> <td>14-ago-18</td> <td rowspan="2">28</td> <td>10.0</td> <td>391.1</td> <td>49.8</td> <td rowspan="2">49.55</td> <td rowspan="2">117.98</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>10.0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	PROBETA #	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD dias*	DIAMETRO (cm)	CARGA KN	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)	PORCENTAJE ALCANZADO (%)	1	17-jul-18	20-jul-18	3	10.0	231.16	29.4	29.94	71.28	2	17-jul-18	20-jul-18	10.0	239.12	30.4	3	17-jul-18	24-jul-18	10.0	318.75	40.6	4	17-jul-18	24-jul-18	7	10.0	325.16	41.4	40.99	97.60	5	17-jul-18	31-jul-18	10.0	388.47	49.5	6	17-jul-18	31-jul-18	14	10.0	377.19	48.0	48.74	116.06	7	17-jul-18	14-ago-18	10.0	387.28	49.3	8	17-jul-18	14-ago-18	28	10.0	391.1	49.8	49.55	117.98				10.0													
PROBETA #	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD dias*	DIAMETRO (cm)	CARGA KN	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)	PORCENTAJE ALCANZADO (%)																																																																														
1	17-jul-18	20-jul-18	3	10.0	231.16	29.4	29.94	71.28																																																																														
2	17-jul-18	20-jul-18		10.0	239.12	30.4																																																																																
3	17-jul-18	24-jul-18		10.0	318.75	40.6																																																																																
4	17-jul-18	24-jul-18	7	10.0	325.16	41.4	40.99	97.60																																																																														
5	17-jul-18	31-jul-18		10.0	388.47	49.5																																																																																
6	17-jul-18	31-jul-18	14	10.0	377.19	48.0	48.74	116.06																																																																														
7	17-jul-18	14-ago-18		10.0	387.28	49.3																																																																																
8	17-jul-18	14-ago-18	28	10.0	391.1	49.8	49.55	117.98																																																																														
				10.0																																																																																		
CONTROL DE TRABAJABILIDAD																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">DOSIFICACION DE ADITIVOS</th> <th rowspan="2">HORA DE PRUEBA</th> <th rowspan="2">TIEMPO TRANSCURRIDO (min)</th> <th colspan="2">ASENTAMIENTOS</th> </tr> <tr> <th>(cm)</th> <th>pérdida</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>09:45:00 a. m.</td> <td>0</td> <td>18.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>10:15:00 a. m.</td> <td>00:30</td> <td>15</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10:45:00 a. m.</td> <td>01:00</td> <td>12</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	DOSIFICACION DE ADITIVOS	HORA DE PRUEBA	TIEMPO TRANSCURRIDO (min)	ASENTAMIENTOS		(cm)	pérdida		09:45:00 a. m.	0	18.0			10:15:00 a. m.	00:30	15	3.0		10:45:00 a. m.	01:00	12	3.0																																																																
DOSIFICACION DE ADITIVOS				HORA DE PRUEBA	TIEMPO TRANSCURRIDO (min)	ASENTAMIENTOS																																																																																
	(cm)	pérdida																																																																																				
	09:45:00 a. m.	0	18.0																																																																																			
	10:15:00 a. m.	00:30	15	3.0																																																																																		
	10:45:00 a. m.	01:00	12	3.0																																																																																		
 <p>CONTROL DE RESISTENCIAS</p>	 <p>TIEMPO DE TRABAJABILIDAD</p>																																																																																					

5M HE

	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL	
	FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA	

CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR HUMEDAD

PROYECTO: Materia Integradora **RESISTENCIA A COMPRESION:** 420 kg/cm2
FECHA: 17-jul-18

MATERIAL	DOSIFICACION ESTADO SSS	CANTIDAD DE AGUA ADICIONAL	DOSIFICACION FINAL SSS	HUMEDAD NATURAL	ABSORCIÓN	DOSIFICACION EST. NATURAL	VOLUMENES	DENSIDADES EN SSS	PRUEBAS (t)
	Kg	Lt		%	%	Kg	m³	Kg/m³	16
AGUA	240.0	0.000	240.0			242.8	0.2400	1000	3.88
CEMENTO	480.0		480.0			480.0	0.1605	2990	7.68
GRAVA DE 3/4"	8 800.8		800.8	0.33	1.40	792.4	0.3066	2612	12.68
ARENA DE RIO	739.2		739.2	2.46	1.68	744.9	0.2779	2660	11.92
MICROSILICE	10.0 48.0		48.0			48.0	0.048	1000.00	0.77
SUPERPLASTIF.	1.5 7.2	7.2			7.2	0.007	1000.00	0.12	
AIRE									
SUMATORIA	2260.1		2260.1			2260.1	1.040		

ASENTAMIENTO DEL HORMIGON	DENSIDAD TEÓRICA	a/c
cm	Kg/m³	
ver cuadro abajo	2172.64	0.50

CONTROL DE RESISTENCIAS

DESVIACION ESTANDAR = 4.5 Kg/cm2
 RESISTENCIA REQUERIDA : f_{cr} = 426 Kg/cm2

PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO	PORCENTAJE ALCANZADO
#			días*	(cm)	KN	(MPa)	(Mpa)	(%)
1	17-jul-18	20-jul-18	3	10.0	290.77	37.0	36.82	87.66
2	17-jul-18	20-jul-18		10.0	287.56	36.6		
3	17-jul-18	24-jul-18		10.0	316.25	40.3		
4	17-jul-18	24-jul-18	7	10.0	306.19	39.0	39.63	94.35
5	17-jul-18	31-jul-18		10.0	415.07	52.8		
6	17-jul-18	31-jul-18	14	10.0	409.44	52.1	52.49	124.98
7	17-jul-18	14-ago-18		10.0	416.16	53.0		
8	17-jul-18	14-ago-18	28	10.0	420.17	53.5	53.24	126.77

CONTROL DE TRABAJABILIDAD

DOSIFICACION DE ADITIVOS	HORA DE PRUEBA	TIEMPO TRANSCURRIDO	ASENTAMIENTOS	
		(min)	(cm)	pérdida
	09:45:00 a. m.	0	21.0	
	10:15:00 a. m.	00:30	16	5.0
	10:45:00 a. m.	01:00	5	11.0



CONTROL DE RESISTENCIAS



TIEMPO DE TRABAJABILIDAD

2N GU

 Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA									
CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR HUMEDAD										
PROYECTO: 0 FECHA: 06-jul-18	RESISTENCIA A COMPRESION: 280 kg/cm2									
MATERIAL	DOSIFICACION ESTADO SSS Kg	CANTIDAD DE AGUA ADICIONAL Lt	DOSIFICACION FINAL SSS	HUMEDAD NATURAL %	ABSORCIÓN %	DOSIFICACION EST. NATURAL Kg	VOLUMENES m³	DENSIDADES EN SSS Kg/m³	PRUEBAS (ft)	
AGUA	240.0	0.200	252.5			255.1	0.2525	1000	4.08	
CEMENTO	480.0		480.0			480.0	0.1605	2990	7.68	
GRAVA DE 3/4"	8		800.8	800.8	0.33	1.40	792.4	0.3066	2612	12.68
ARENA DE RIO	739.2		739.2	2.46	1.66	745.1	0.2779	2660	11.92	
SIKATELL 250	1.0		4.8	4.8			4.8	0.005	1000.00	0.08
AIRE	0.0		0.0	0.0			0.0	0.000	1000	0.00
SUMATORIA	2260.1		2272.6			2272.6	1.002			

ASENTAMIENTO DEL HORMIGON cm	DENSIDAD TEÓRICA Kg/m³	a/c
ver cuadro abajo	2267.26	0.53

CONTROL DE RESISTENCIAS
DESVIACION ESTANDAR = 4.5 Kg/cm2
RESISTENCIA REQUERIDA : f'cr = 286 Kg/cm2

PROBETA #	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD dias*	DIAMETRO (cm)	CARGA KN	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA PROMEDIO (Mpa)	PORCENTAJE ALCANZADO (%)
1	06-jul-18	09-jul-18	3	10.0	118.192	15.0	14.62	52.22
2	06-jul-18	09-jul-18		10.0	111.498	14.2		
3	06-jul-18	13-jul-18		10.0	162.73	20.7		
4	06-jul-18	13-jul-18	7	10.0	150.05	19.1	19.91	71.11
5	06-jul-18	20-jul-18		10.0	207.23	26.4		
6	06-jul-18	20-jul-18	14	10.0	201.55	25.7	26.02	92.94
7	06-jul-18	03-ago-18		10.0	210.111	26.8		
8	06-jul-18	03-ago-18	28	10.0	243.26	31.0	28.86	103.08

CONTROL DE TRABAJABILIDAD

DOSIFICACION DE ADITIVOS	HORA DE PRUEBA	TIEMPO TRANSCURRIDO (min)	ASENTAMIENTOS	
			(cm)	pérdida
	09:45:00 a. m.	0	20.5	
	10:15:00 a. m.	00:30	16.5	4.0
	10:45:00 a. m.	01:00	12	4.5

CONTROL DE RESISTENCIAS



Edad (días)	Resistencia (MPa)
3	15.0
6	20.7
13	19.1
14	25.7
28	31.0

TIEMPO DE TRABAJABILIDAD



Tiempo Transcurrido (min)	Asentamientos (cm)
0	20.5
30	16.5
60	12

4P GU

	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA								
CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR HUMEDAD									
PROYECTO: 0 FECHA: 11-jul-18	RESISTENCIA A COMPRESION: 280 kg/cm2								
MATERIAL	DOSIFICACION ESTADO SSS Kg	CANTIDAD DE AGUA ADICIONAL Lt	DOSIFICACION FINAL SSS	HUMEDAD NATURAL %	ABSORCIÓN %	DOSIFICACION EST. NATURAL Kg	VOLUMENES m³	DENSIDADES EN SSS Kg/m³	PRUEBAS (ft)
AGUA	240.0	0.150	249.4			252.2	0.2494	1000	4.03
CEMENTO	480.0		480.0			480.0	0.1605	2990	7.68
GRAVA DE 3/4"	8		800.8	0.33	1.40	792.4	0.3066	2612	12.68
ARENA DE RIO	739.2		739.2	2.46	1.68	744.9	0.2779	2660	11.92
SIKATELL 250	1.0		4.8	4.8		4.8	0.005	1000.00	0.08
ø	0.0		0.0	0.0		0.0	0.000	1000	0.00
AIRE									
SUMATORIA	2260.1		2269.5			2269.5	0.999		

ASENTAMIENTO DEL HORMIGON	DENSIDAD TEÓRICA	a/c
cm	Kg/m³	
ver cuadro abajo	2271.23	0.52

CONTROL DE RESISTENCIAS DESVIACION ESTANDAR = 4.5 Kg/cm2

RESISTENCIA REQUERIDA : f_{cr} = 286 Kg/cm2

PROBETA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD	DIAMETRO	CARGA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO	PORCENTAJE ALCANZADO
#			dias*	(cm)	KN	(MPa)	(Mpa)	(%)
1	11-jul-18	14-jul-18	3	10.0	112.098	14.3	15.66	55.94
2	11-jul-18	14-jul-18		10.0	133.921	17.1		
3	11-jul-18	18-jul-18		10.0	129.18	16.4		
4	11-jul-18	18-jul-18	7	10.0	130.62	16.6	16.54	59.07
5	11-jul-18	25-jul-18		10.0	182.832	23.3		
6	11-jul-18	25-jul-18	14	10.0	186.94	23.8	23.54	84.07
7	11-jul-18	08-ago-18		10.0	222.22	28.3		
8	11-jul-18	08-ago-18	28	10.0	224.3	28.6	28.43	101.52
				10.0				

CONTROL DE TRABAJABILIDAD

DOSIFICACION DE ADITIVOS	HORA DE PRUEBA	TIEMPO TRANSCURRIDO (min)	ASENTAMIENTOS	
			(cm)	pérdida
	09:45:00 a. m.	0	20.0	
	10:15:00 a. m.	00:30	14	6.0
	10:45:00 a. m.	01:00	11	3.0

CONTROL DE RESISTENCIAS



Edad (días)	Resistencia (MPa)
3	14.3
7	16.6
14	23.3
28	28.6

TIEMPO DE TRABAJABILIDAD



Tiempo Transcurrido (min)	Asentamientos (cm)
00:00	20.0
00:30	14.0
01:00	11.0

