



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

**TESIS PREVIA LA DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA CIVIL**

**“DISERTACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE
ADITIVOS PLASTIFICANTES EN EL HORMIGÓN, EN SU
RESISTENCIA Y DURABILIDAD”**

AUTOR: XAVIER ANTONIO CEVALLOS FRANCO

DIRECTOR: ING. LAURO LARA

QUITO, 2012

Agradecimiento

En este documento quiero consignar mi agradecimiento, en especial a mis padres por todo el apoyo otorgado en esta etapa de mi vida y la oportunidad que me brindaron para educarme en una institución como es la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Además sin olvidar, a todas aquellas personas que hicieron de mi vivencia, dentro de las aulas de la institución, momentos que han sabido llenar mi vida, tanto en aprendizaje, compañerismo, amistad, y fundamentalmente mi formación profesional.

A aquellos maestros, que supieron brindarme a más de sus conocimientos y ejemplos, una guía a base de disciplina, lo que perdurará para siempre, en mi desarrollo personal y profesional.

De forma particular a mi director de tesis Ing. Lauro Lara Carrera, que con su paciencia, tesón y básicamente amistad supo inculcar en mí, el deseo de superación e investigación para poder llegar a ser un profesional académicamente bien formado y moralmente honesto.

A mis correctores, Ing. Juan Carlos Montero e Ing. Pablo Torres, que desde mi pupitre de estudiante admiré en ellos, sus conocimientos y su generosidad en transmitirlos, teniendo como denominador común, el ser profesionales honestos y estar a la vanguardia de los mismos.

Resumen	vi
CAPITULO I “HORMIGON”	1
1.1. Introducción.....	1
1.1.1. Composición del Hormigón	1
1.2. Características de los componentes del Hormigón.....	2
1.2.1. Cemento Portland.....	2
1.2.2. Agua	10
1.2.3. Agregados Pétreos	10
1.2.3.1. Agregado Fino.....	11
1.2.3.2. Agregado Grueso	12
1.2.4. Aditivos	13
1.2.4.1. Súper plastificantes	14
1.3. Características y propiedades del concreto	18
1.3.1. Concreto recién mezclado	18
1.3.2. Concreto Endurecido	19
1.4. Agentes agresores del hormigón.....	23
1.4.1. Sulfatos.....	24
CAPITULO II “PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DEL HORMIGON”	26
2.1 Granulometría de los agregados	26
2.1.1 Granulometría del Agregado Fino.....	26
2.1.2 Granulometría del Agregado Grueso	27
2.1.3 Material que pasa el tamiz #200	28
2.1.4 Equivalente de Arena.....	28
2.1.5 Terrones de Arcilla.....	31
2.1.5.1 Terrones de Arcilla en el Agregado Fino.....	31
2.1.5.2 Terrones de Arcilla en el Agregado Grueso.....	31
2.1.6 Abrasión	33
2.2 Otras Propiedades Físicas	34
2.2.1 Esfericidad.....	34
PARTICULAS PLANAS	34
2.2.2 Angulosidad	35
2.3 Peso Específico y Absorción	37
2.3.1 Peso Específico del Agregado Fino y Absorción	37

2.3.2	Peso Específico del Agregado Grueso y Absorción	38
2.4	Humedad Natural	39
2.4.1	Humedad Natural del Agregado Fino	39
2.4.2	Humedad Natural del Agregado Grueso	40
2.5	Contenido Orgánico	41
2.6	Durabilidad a la Acción de los Sulfatos.....	42
2.6.1	Durabilidad a la Acción de los Sulfatos del Agregado Fino	42
2.6.2	Durabilidad a la Acción de los Sulfatos del Agregado Grueso.....	43
CAPITULO III “DISEÑO Y ELABORACION DE LA MEZCLA DE HORMIGON”		44
3.1.	Información requerida de los componentes	44
3.1.1.	Selección de características de la mezcla.....	44
3.2	Procedimiento de Diseño	44
3.2.1	Selección de Asentamiento.....	44
3.2.2	Selección del Tamaño Máximo Nominal	44
3.2.3	Estimación del Contenido de Aire	45
3.2.4	Estimación del Contenido de Agua de Mezcla	46
3.2.5	Determinación de la Resistencia de la Mezcla	47
3.2.6	Selección de la relación Agua-Cemento	48
3.2.7	Calculo del contenido de Cemento	48
3.2.8	Estimación de las Propiedades de los Agregados	49
3.2.9	Estimación del Porcentaje de Aditivo	49
3.3	Método ACI-211.....	50
3.3.1	Diseño de la dosificación para un hormigón de 240 kg/cm ²	50
3.4	Resumen de la dosificación.....	51
3.4.1	Dosificación final para un hormigón de 240 kg/cm ² Sin Aditivo	52
3.4.2	Dosificación para un hormigón de 240 Kg/cm ² Con Aditivo Sika “ Sikament N-100 Súper plastificante ”	53
3.4.3	Dosificación para un hormigón de 240 Kg/cm ² Con Aditivo Aditec “ Aditec 311-FF Súper plastificante ”	54
3.5	Elaboración de las muestras de hormigón.....	55
3.5.1	Generalidades de la producción de hormigón	55
3.5.2	Producción en Laboratorio (al peso).	55
CAPITULO IV “DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DE LAS MUESTRAS”		60
4.1	Clasificación de las dosificaciones y Ensayos.	60

4.2 Curado normalizado con agua e inmersión en soluciones de sulfatos.....	60
4.3 Ensayos de resistencia a la compresión.....	64
4.4 Ensayos de resistencia a la compresión con determinación del modulo de Elasticidad.....	67
4.5 Ensayos de Flexión	68
CAPITULO V “COMPILACION Y COMPARACION DE RESULTADOS”	70
5.1 Recopilación de datos y Cálculos.....	70
5.2 Compilación de Resultados.....	71
5.3 Comparación de Resultados	119
CAPITULO VI “CONCLUSIONES, COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES “.	137
6.1 Conclusiones.....	137
6.2 Comentarios.....	155
6.3 Recomendaciones.....	156
6.4 Bibliografía	158

Resumen

Esta disertación tiene como objetivo estudiar, observar y analizar, el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad. Durante la investigación se realizó algunas mezclas de hormigón, las mismas que fueron sometidas a diferentes tipos de curado, es decir: curado normal, una concentración del 5% de Sulfato de Sodio y para finalizar en una concentración del 10% de Sulfato de Sodio. Es así que, posteriormente las mezclas fueron comparadas, mediante los resultados obtenidos en los ensayos de: compresión simple, flexión y por último compresión con módulo de elasticidad. De esta manera se pudo observar el comportamiento del tipo de aditivo utilizado y se comprobó que existen mejoras en el desarrollo de la resistencia y durabilidad del concreto. Y conociendo el comportamiento que logran este tipo de mezclas, recomendar su diferente uso dependiendo la situación en la que se encuentre una estructura de hormigón.

Del análisis realizado, a las distintas edades del hormigón y a las concentraciones que fueron expuestas, en forma pormenorizada, sirva como aporte para que en el futuro se desarrollen investigaciones complementarias sobre el tema.

CAPITULO I “HORMIGON”

1.1. Introducción

El origen de la aparición del hormigón se remonta a la antigüedad hace 7000 años. Tal es así como su implementación parte de una mezcla o argamasa fabricada con cal y puzolana (roca volcánica pulverizada) que ya fue utilizada en la construcción de una carretera en Yiftah El, en Galilea, Israel. A partir de la evolución en la fabricación de la argamasa, este estilo de construcción se comenzó a aplicar en grandes estructuras como por ejemplo las bóvedas romanas que estaban sustentadas en el uso de arcos para poder abarcar grandes dimensiones que posteriormente podrían ser igualadas o mejoradas implementando el uso del acero como se lo hace hoy en día.

Con el pasar del tiempo se ha ido identificando los factores agresores al hormigón ya sea en la alteración de sus propiedades físicas, químicas o incluso mecánicas, siendo de esta manera un tema que está en continuo desarrollo y de mucha importancia, debido a que el uso del concreto se ha generalizado a través del tiempo y cada vez se trata de mejorar las deficiencias que existen, tratando cada vez de minorar los aspectos perjudiciales para el mismo.

1.1.1. Composición del Hormigón

El hormigón o también llamado concreto, es un material que es muy utilizado en la ingeniería, este resulta de una mezcla homogénea de materiales que son:

Cemento Portland, Agua, Materiales Pétreos (Agregado Grueso y Agregado Fino) y en algunos casos aditivos químicos, materiales cementantes suplementarios o fibras dependiendo su adición de la funcionalidad que vaya a tener el hormigón.

El hormigón al ser un material homogéneo presenta diferentes tipos de propiedades y características que son visibles y que nos permiten tener una idea rápida del tipo de hormigón con el cual trabajaremos.

1.2. Características de los componentes del Hormigón

Para obtener un hormigón homogéneo y capaz de brindar la resistencia para la cual fue diseñado, hay que tomar en cuenta los diferentes factores que intervienen para la elaboración del mismo. Teniendo en cuenta sus propiedades físicas, mecánicas y en algunos casos inclusive hasta sus propiedades químicas, poder tener un criterio mejor formado y poder realizar una mezcla garantizada para el diseño de estructuras.

1.2.1. Cemento Portland

El Cemento Portland es el elemento principal del hormigón debido a su composición química, permite que éste trabaje de una manera muy adecuada para la elaboración de un material muy resistente. El origen del cemento Portland se debe al descubrimiento de un albañil Ingles llamado Joseph Aspdin que en el año de 1824 obtuvo la patente de este producto y lo llamo de esta manera debido a la similitud que presentaba con una piedra caliza que era explotada en la isla de Portland, Inglaterra.

Los cementos Portland son cementos compuestos principalmente por la mezcla de clinker portland, un regulador de fraguado y otras adicciones como escoria siderúrgica, puzolana natural, cenizas volcánicas, filler calizo y humo de sílice. Los cementos portland se fraguan y endurecen al reaccionar químicamente con el agua. Durante esta reacción, denominada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una pasta, y cuando le es añadido agregados como la arena y ripio se forma lo que se conoce como el material más versátil utilizado para la construcción: el concreto .

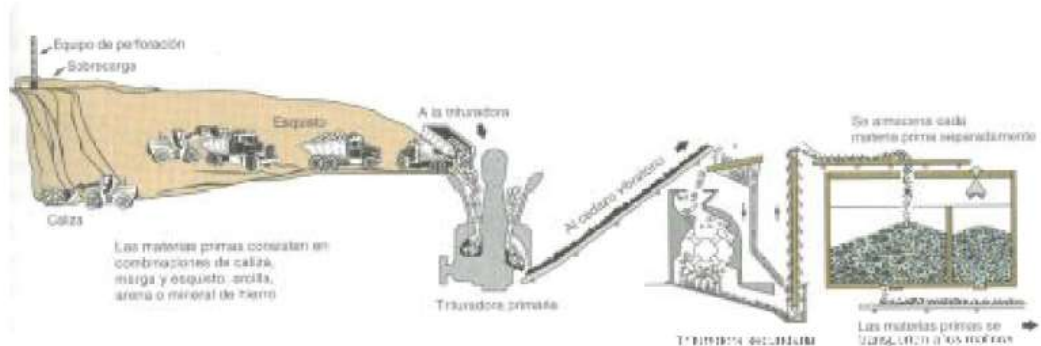
Existen diferentes tipos de cementos portland, dependiendo las diferentes adicciones que se realicen a la mezcla, ya sean en cuanto a la cantidad de escoria siderúrgica añadida o a la cantidad de puzolana, ya que también dependerá del uso que se quiera dar al concreto elaborado con este cemento , éste contara con diferentes propiedades y características.

Es así, como podemos clasificar de la siguiente manera los diferentes tipos de cemento portland:

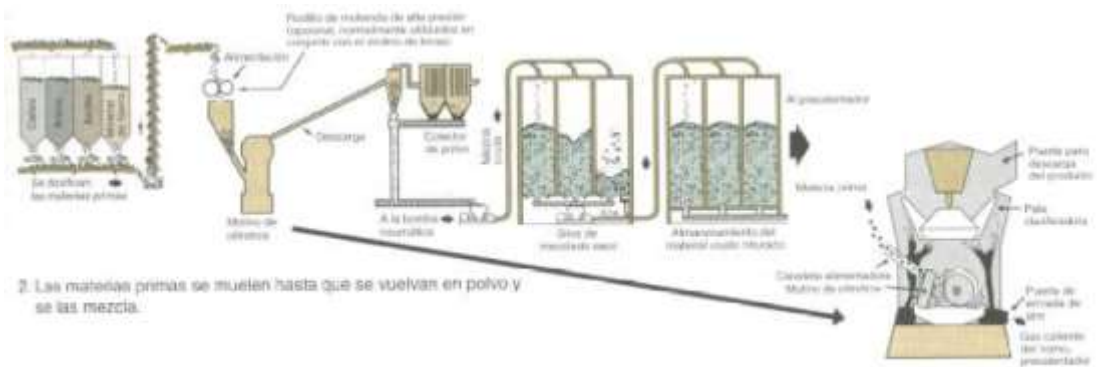
TIPO	NOMBRE	APLICACIÓN
I	Normal	Uso Normal
IA	Normal	Uso general con inclusor de aire
II	Moderado	Para uso general y además en construcciones donde existe un moderado ataque de sulfatos o se requiera un moderado calor de hidratación
IIA	Moderado	Igual que el tipo II, pero con inclusor de aire
III	Altas Resistencias	Para el uso donde se requieren altas resistencias a edades tempranas
IIIA	Altas Resistencias	Para el mismo uso del tipo III, pero con aire incluido
IV	Bajo Calor de Hidratación	Para el uso donde se requiere un bajo calor de hidratación
V	Resistente a la acción de los Sulfatos	Para uso general y además en construcciones donde existe un alto ataque de sulfatos

Tabla 1 "Clases magistrales Ingeniero Gustavo Leoro"

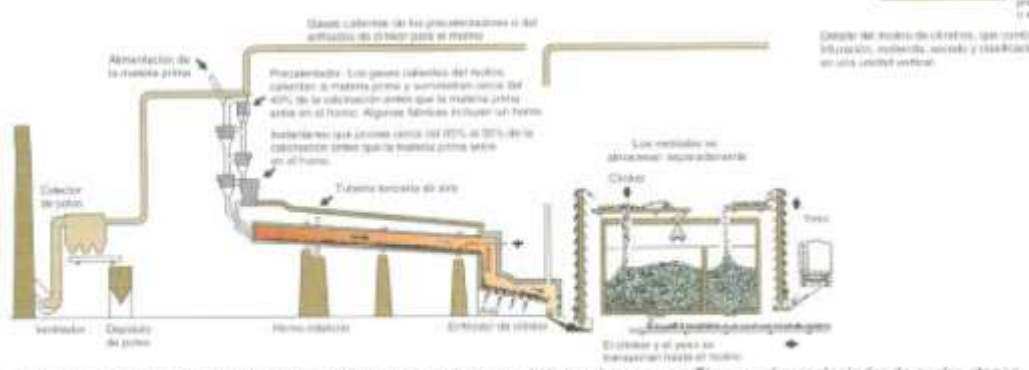
Esquema de Producción del cemento Portland.-



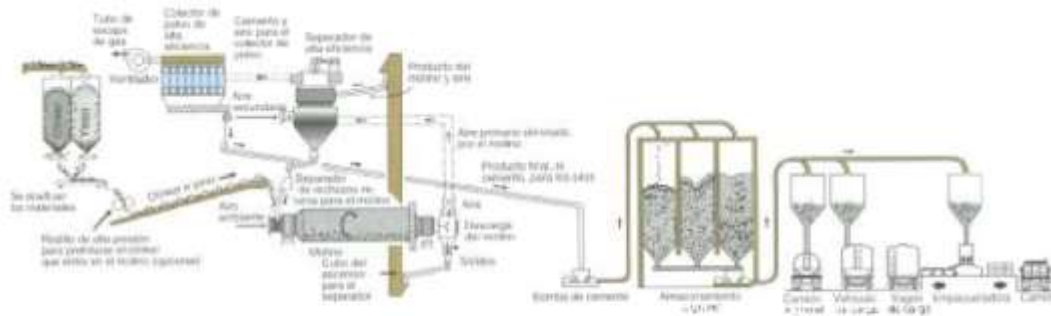
1. La roca se reduce primero hasta un tamaño de 125 mm (5 pulg.) y después a un tamaño de 20 mm (3/4 pulg.) para entonces almacenarla.



2. Las materias primas se muelen hasta que se vuelvan en polvo y se las mezcla.



3. La calcinación transforma químicamente las materias primas en el clínker de cemento. Observe el precalentador de cuatro etapas, el horno instantáneo y el horno con menor longitud.



4. Se muele el clínker junto con el yeso para convertirlo en cemento portland y se lo despacha.

Fig. 1: Etapas en la producción del cemento portland, a través del proceso seco ("Diseño y control de mezclas de concreto", PCA)

Composición química del cemento.-

Las propiedades y características de los cementos portland, están basadas en su composición química y su constitución potencial, es así como el cemento se encuentra formado y constituido de la siguiente manera por los siguientes elementos:

Cal Combinada.....	CaO.....	62.5%
Sílice.....	SiO ₂	21%
Alúmina.....	Al ₂ O ₃	6.5%
Hierro.....	Fe ₂ O ₃	2.5%
Azufre.....	SO ₃	2.0%
Cal Libre.....	CaO.....	0.0%
Magnesia.....	MgO.....	2.0%
Perdida al Fuego.....	P.F.....	2.0%
Residuo Insoluble.....	R.I.....	1.0%
Álcalis.....	Na ₂ O+K ₂ O.....	0.5%

Propiedades físicas y mecánicas del Cemento.-

El cemento al ser el componente base y esencial para obtener la mezcla homogénea, llamada hormigón, cuenta con propiedades físicas y mecánicas que

son capaces de ser analizadas mediante diferentes ensayos realizados en el cemento puro, en la pasta o en el mortero y muestran la calidad del cemento con el cual se procederá a realizar la mezcla.

Tiempo de Fraguado

El ensayo sobre el tiempo de fraguado del cemento es un ensayo que dependerá en base a la composición química del cemento, así como su finura entre otras características. Existen dos métodos que se emplean para realizar este ensayo y estos son: el método de Vicat y el método de Gillmore. El ensayo se realiza al momento de mezclar el cemento con el agua, de esta manera se produce una pasta plástica que es trabajable y moldeable, para que así después de un lapso de tiempo que depende de la composición química del cemento, la pasta adquiera rigidez. Hay que tomar en cuenta que el término fraguado no es lo mismo que endurecimiento, ya que endurecimiento es la característica de la pasta para determinar la resistencia de la misma con el transcurso del tiempo. Al tiempo de fraguado se lo divide en dos fases: tiempo de fraguado inicial, que corresponde a la fase cuando el agua y el cemento son mezclados hasta que la pasta eleva su temperatura, debido a las reacciones producidas entre el cemento y el agua, y además la pasta pierde la viscosidad que tenía, y la segunda fase denominada fraguado final, en la cual la pasta va adquiriendo rigidez y además es indeformable a esfuerzos pequeños y su temperatura llega a ser mínima. Para determinar el tiempo de fraguado según el método de Gillmore, se toma en cuenta las normas INEN 159, AASHTO T-154 y ASTM C-266 en las cuales se detallan los procesos que se deben realizar para la elaboración de la mezcla (preparación de la muestra) y posteriormente el método de ensayo de la misma, para de esta manera

determinar según los límites admitidos por las normas si el cemento ensayado cumple o no con estas normas.

Foto.- Manual Visualizado del Laboratorio de Materiales de la construcción de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador



Los tiempos obtenidos según este método fueron:

TIEMPOS DE FRAGUADO (Minutos)	
INICIAL	215
FINAL	275

TABLA.- Resultados del ensayo por el Método Gillmore obtenidos en el Laboratorio

AUTOR.- Xavier Cevallos

Morteros.-

El ensayo de morteros, es un ensayo que tiene como principal objetivo determinar la calidad del cemento que se utilizara para realizar el hormigón en estudio, ya que el cemento al ser el elemento base deberá cumplir con algunas normas y especificaciones necesarias para que su uso sea garantizado.

Para determinar la resistencia de un cemento, se debe preparar un mortero normalizado, es decir se debe utilizar una arena normalizada y que cumpla con una granulometría dada, para de esta manera determinar los esfuerzos a los cuales resiste el cemento y demostrar y a su vez comprobar su calidad. La arena que se utiliza es la arena normalizada de Ottawa, denominada de esta manera ya que proviene de los yacimientos Ottawa, Illinois (E.U.A), esta arena está constituida de sílice natural, y la elaboración del mortero se realiza con una relación de agua/cemento de 0.5 como se especifica en las normas que rigen los ensayos.

La arena normalizada debe cumplir con la siguiente granulometría:

Tamiz N°	Masa retenida parcial (gr)	Masa retenida acumulada(gr)	% Que Retiene	% Pasa
16	0	0	0	100
30	55	55	4	96
40	357,5	412,5	30	70
50	618,76	1031,25	75	25
100	288,75	1320	96	4
Pasa N° 100	55	1375		

TABLA.- Resultados del ensayo obtenidos en el Laboratorio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador
AUTOR.- Xavier Cevallos

Es así como se tiene los diferentes resultados:

Muestra N°	1	2	3
Ancho (cm)	5,092	5,035	5,073
Largo (cm)	5,121	5,147	5,127
Altura (cm)	4,972	4,962	4,99
Área (cm ²)	26,08	25,92	26,01
Volumen (cm ³)	129,65	128,59	130,02
Masa (gr.)	247,48	248,10	246,42
Peso Unitario (gr/cm ³)	1,91	1,93	1,90
Carga (kg)	8526,61	8684,71	8580,73
Resistencia (Kg/cm ²)	326,94	335,05	329,90

TABLA.- Resultados del ensayo obtenidos en el Laboratorio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador
AUTOR.- Xavier Cevallos

Finura de Blaine.-

Es un ensayo muy importante en lo que se refiere a la calidad del cemento ya que dependiendo de la finura del mismo este reflejara la velocidad con la cual las reacciones químicas empiezan a darse una vez que entre en contacto con el agua durante el proceso de fraguado y endurecimiento. Para que un cemento alcance las resistencias para las cuales fueron diseñados a las distintas edades a las cuales serán ensayadas las probetas es mas a razón de la calidad del clinker en vez de la calidad de la finura del cemento. Existen algunos metodos para determinar la finura y para determinar esta característica del cemento la mas usada es el Metodo de Blaine.

Cuando el cemento es muy fino endurece más rápido y por tanto desarrolla alta resistencia en menor tiempo; sin embargo libera mayor cantidad de calor y por ende aumenta la retracción y la susceptibilidad a la fisuración, además que si el cemento cuenta con una molienda fina aumenta los costos de producción y hace que el cemento sea susceptible a hidratarse con la humedad ambiental, por lo que su vida útil es más corta.

Es asi como la finura del cemento Selva Alegre utilizado en las dosificaciones nos da una finura igual a:

METODO DE BLAINE	
Finura(cm ² /g)	3984

TABLA.- Resultados del ensayo obtenidos en el Laboratorio de la Pontificia

Universidad Católica del Ecuador

AUTOR.- Xavier Cevallos

Además de los ensayos antes mencionados se puede realizar otros ensayos complementarios, como la expansión de autoclave y calor de hidratación, que en

esta disertación no se los explica de una manera detallada debido a que no hubo la necesidad de realizarlos.

1.2.2. Agua

El agua tiene dos factores importantes durante el proceso de elaboración del hormigón: primero cumple un papel importante en lo que se refiere a cumplir como agua de hidratación durante el proceso y el segundo es que confiere una trabajabilidad correcta para la manejabilidad del mismo en las operaciones constructivas. Tanto el exceso como la falta de agua es perjudicial para la elaboración del hormigón. Al momento de hablar de un exceso en la mezcla de hormigón se pueden presentar espacios debido a la capilaridad que se presenten por el exceso en la cantidad de agua, además que la relación agua/cemento es la relación que permitirá el diseño a la resistencia que uno requiera.

“Puede retenerse la idea de que cada litro de agua de amasado añadido de más a un hormigón equivale a una disminución de dos kilogramos de cemento”¹

Por otra parte la disminución de la cantidad de agua en la elaboración del hormigón disminuirá la trabajabilidad y la facilidad en el manejo de poner en sitio la mezcla para elaborar alguna estructura.

1.2.3. Agregados Pétreos

Los agregados pétreos o también conocidos como áridos son necesarios para la elaboración de hormigones, para esto se pueden emplear arenas y ripio

¹ Ing. Gustavo Leoro, “Clases Magistrales Hormigón I”, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

(grava) naturales o producto de una trituración. Para este material existen igual normas de regulación y de clasificación para que estos cumplan con los requerimientos y que a partir de estos se elabore un hormigón de calidad. Los agregados que se utilizaran en la elaboración de un hormigón de calidad deben también ser resistentes a algunos ensayos y condiciones a las que pueden estar expuestos. Debe preferirse los materiales pétreos de tipo silíceo (gravas y arenas de río o cantera) o también los que provienen de unos orígenes volcánicos pero triturados (basalto, andesita), ya que los materiales de rocas sedimentarias en general o las rocas volcánicas sueltas deben ser sometidas a un análisis previo a su utilización.

1.2.3.1. Agregado Fino



FOTO.- Obtención de Materiales Pétreos de la Mina "El Volcán" Pintag-Pichincha

AUTOR.- Xavier Cevallos

Se denomina agregado fino a la fracción que es menor de 4 mm. El agregado fino consiste o está formado de la explotación de fuentes naturales,

manufacturadas o elaboradas mediante la trituración mecánica o de una combinación de acuerdo a las especificaciones que se requieran. Para poder ser clasificado como agregado fino se debe cumplir diferentes ensayos dentro de los cuales se encuentran, granulometría, material que pasa el tamiz N° 200, equivalente de arena, terrones de arcilla, gravedad específica y absorción, humedad natural, contenido orgánico y durabilidad a la acción de los sulfatos, todos estos ensayos son determinados mediante los requerimientos de la especificación ASTM C-33 para la fabricación de hormigón.

1.2.3.2. Agregado Grueso



FOTO.- Obtención de Materiales Pétreos de la Mina "El Volcán" Pintag-Pichincha

AUTOR.- Xavier Cevallos

Se denomina agregado grueso a la fracción mayor de 4 mm. Es así como el American Concrete Institute define al agregado grueso como: "Material granular, como arena, grava, piedra triturada, concreto triturado de cemento hidráulico o escoria de hierro de alto horno, usado con un medio de cemento hidráulico para

producir concreto o mortero². Para ser clasificado como agregado grueso se debe cumplir con algunos ensayos de laboratorio como son: granulometría, terrones de arcilla, desgaste del agregado (maquina de los ángeles), partículas alargadas y planas, gravedad específica y absorción, humedad natural y durabilidad a la acción de sulfatos todos estos ensayos son determinados mediante los requerimientos de la especificación ASTM C-33 para la fabricación de hormigón.

1.2.4. Aditivos

Los aditivos son productos que son utilizados en la fabricación del hormigón en un porcentaje con relación al peso total del cemento utilizado en la mezcla, este porcentaje puede variar entre 0.1% y llegar incluso hasta el 5 %. La cantidad de aditivo que se utiliza para realizar una mezcla depende del tipo del producto y el efecto que se espera conseguir. Existen algunas presentaciones de los aditivos en el mercado como: polvo, líquido y pasta.

Al momento de hablar de aditivos, se los puede clasificar en dos grupos:

- Los modificadores de la reología, es decir aquellos aditivos que son capaces de modificar el comportamiento del hormigón en estado fresco, como su consistencia, trabajabilidad, etc.
- Los modificadores del fraguado que se encargan de adelantar o retrasar el tiempo de fraguado o sus debidas condiciones.

El empleo de los distintos aditivos permite controlar distintos aspectos del hormigón ya sea en estado fresco como endurecido, dentro de los cuales los más importantes serian:

- Trabajabilidad y exudación en estado fresco.
- Tiempo de fraguado y resistencia inicial de la pasta de cemento.

2.- American Concrete Institute

- Resistencia, impermeabilidad y durabilidad en estado endurecido.

1.2.4.1. Súper plastificantes

La industria química con el pasar del tiempo ha ido elaborando y desarrollando el concepto de un aditivo capaz de mejorar la resistencia de un hormigón así como su trabajabilidad. Es así como encontramos en el mercado a disposición para realizar las distintas mezclas, un aditivo súper plastificante. Son aditivos para hormigón capaces de mejorar las propiedades del hormigón. Se emplean para conferir al hormigón fresco un mejor comportamiento en cuanto a trabajabilidad y bombeabilidad, pero también se busca con su uso mejorar significativamente la resistencia y la durabilidad del hormigón final.

La utilización de súper-plastificantes en la elaboración de hormigones, ya sean estos de características especiales o no, es hoy en día una práctica cotidiana, ya que estos se emplean con el objetivo primordial de aumentar significativamente la trabajabilidad para una relación agua/cemento ya estimada.

A estos aditivos también se los conoce como reductores de agua de alta actividad y son utilizados en mayor proporción que los aditivos plastificantes convencionales.

Para la experimentación del uso de los aditivos en esta disertación, se tomaron dos aditivos de similares características y estos son:

- Sikament N-100 Súper-plastificante
- Aditec 311-FF Súper-plastificante

Sikament N-100 Súper-plastificante³.-



Es un compuesto por resinas sintéticas. Súper plastificante, reductor de agua de alto poder y economizador de cemento. No contiene cloruros y no es tóxico ni inflamable. Este aditivo puede ser aplicado en tres funciones principales que son:

- **Como súper-plastificante:** Adicionándolo a una mezcla de consistencia normal se consigue fluidificar el concreto o mortero facilitando su colocación y su bombeabilidad en elementos esbeltos densamente armados y en la construcción de estructuras civiles prefabricadas. Permite recuperar el asentamiento del concreto premezclado sin alterar sus tiempos de fraguado ante demoras en la colocación del mismo.
- **Como reductor de agua de alto poder:** Adicionándolo disuelto en la última porción del agua de amasado permite reducir, de acuerdo con la dosis usada, hasta un 30% del agua de la mezcla, consiguiéndose la misma manejabilidad inicial y obteniéndose un incremento considerable de las resistencias a todas las edades.
- **Para la elaboración de prefabricados y concretos de altas resistencias finales:**

³ SIKA Ecuatoriana S.A, Información otorgada por el fabricante.

Mediante su uso la impermeabilidad y durabilidad del concreto o mortero se ven incrementadas notablemente.

La aplicación de este aditivo viene dado según la fábrica de la siguiente manera:

- Consumo como súper-plastificante: 0,5 al 1% del peso del cemento.
- Como reductor de agua de alto poder: 1,0 al 2,0% del peso del cemento.

La dosis óptima debe determinarse mediante ensayos preliminares. Los métodos de aplicación dependen de acuerdo a la función que queremos que el aditivo desarrolle en nuestra mezcla, siendo así una aplicación diferente cuando requerimos un súper plastificante y un reductor de agua.

La aplicación de Sikament N-100 para que tenga una función de súper-plastificante se debe realizar adicionando a la mezcla que ya se encuentra lista antes de la colocación en el lugar o del bombeo, y mantener en la mezcladora durante un periodo de tiempo de 4 minutos. Para la utilización de este producto se requiere que la mezcla cuenta con una granulometría continua y que la misma contenga un buen porcentaje de finos.

Para la aplicación como reductor de agua el procedimiento es diferente ya que se debe adicionar la dosis escogida de aditivo en la última porción de agua de mezcla. La función aquí del aditivo es reducir agua y trabajar con la justa manejabilidad requerida.

Aditec 311-FF Súper-plastificante⁴.

⁴ ADITEC Ecuatoriana, Información otorgada por el fabricante.



Es un superplastificante reductor de agua de alto poder, que mantiene la trabajabilidad del hormigón por más tiempo, dependiendo de la temperatura ambiente. Este aditivo es recomendado para varios usos en la preparación de una mezcla de hormigón como lo son:

- Es recomendado para la fabricación de hormigones fluidos.
- Para hormigones donde se desee características de fraguado normal, alta plasticidad y desarrollo rápido de resistencias.
- Para la elaboración de prefabricados donde se necesite resistencias iniciales altas.
- En hormigones secos como lubricante proporcionando al hormigón resistencias tempranas sumamente elevadas.

La aplicación de este aditivo viene dado según la fabrica de la siguiente manera:

Se recomienda entre el 0.50% al 2% o de 220cc a 900 cc por saco de cemento de 50 Kg

La utilización de este aditivo se la realiza aplicando al hormigón con la última parte de agua de amasado y se debe extender el tiempo de mezclado por un lapso de tiempo mínimo de 5 minutos hasta obtener una mezcla fluida.

1.3. Características y propiedades del concreto

El concreto posee propiedades muy importantes, las cuales además demuestran las virtudes del mismo para su uso. Podemos encontrar algunas propiedades del concreto que nos permitirán ver de una manera más fácil las cualidades del mismo, estas son:

1.3.1. Concreto recién mezclado

Cuando el concreto se encuentra en un estado fresco, encontramos las siguientes propiedades.

- Trabajabilidad.-

La trabajabilidad o manejabilidad es la facilidad con la que el hormigón puede ser amasado, transportado o distribuido en el sitio que se encuentre encofrado para su colocación. La trabajabilidad posee dos sub-propiedades que son la consistencia y la docilidad. Es así como la consistencia que es la menor o mayor facilidad del hormigón para deformarse por la acción de su peso propio dependerá de los siguientes factores entre otros: la cantidad de agua para la mezcla, la granulometría y la forma y tamaño de los áridos. Existen varios métodos para poder determinar la consistencia de un hormigón, siendo el más aplicable el cono de Abrams. Este ensayo consiste en llenar el cono con la mezcla obtenida para después remover el cono verticalmente y se procede a medir la diferencia de alturas (la actual y la inicial), con esto se puede diferenciar el hormigón en las siguientes consistencias:

- Seca
- Plástica
- Blanda
- Fluida

Mientras que la docilidad, que se refiere a la menor o mayor facilidad del hormigón para deformarse por esfuerzos externos a los cuales puede ser sometido, siendo uno de los ensayos más utilizados la bola de Kelly, que sirve para ver el comportamiento del mismo. Con estas dos importantes sub- propiedades se puede determinar cuan manejable o trabajable es el hormigón que fabricamos ya que con estas características podremos tener una mejor idea para su utilización.

- Homogeneidad.-

La homogeneidad es la propiedad que se otorga a un material, sustancia o mezcla cuando esta posee las mismas propiedades en cada una de sus secciones o partículas. Esto al momento de tratarse de hormigón se la consigue mediante un buen sistema de mezcla o amasado.

1.3.2. Concreto Endurecido

Cuando el concreto se encuentra en un estado endurecido, encontramos las siguientes propiedades.

- Densidad.-

Esta propiedad que tiene como relación la cantidad de peso por unidad de volumen de hormigón será variable dependiendo siempre del tipo de agregado y la forma de colocación del hormigón en obra.

- Resistencia Mecánica.-

La resistencia Mecánica es la capacidad que tiene el hormigón una vez endurecido con el pasar el tiempo de elaboración que le permite al hormigón soportar esfuerzos sin que se agriete o sin que se rompa la sección. Hay diferentes tipos de esfuerzos que el hormigón puede resistir o a los que puede ser sometido. Siendo la primera, la más importante característica del mismo su

resistencia a la compresión simple, que viene ensayada según los métodos establecidos por la norma ASTM C-39. Esta resistencia viene expresada con la simbología de f'_c . El ACI-318 establece que la resistencia que presente cualquier elemento compuesto por hormigón no debe ser menor a 17Mpa (173.4 Kg/cm²) mas no establece a su vez un valor máximo para el mismo, a menos que según alguna norma en fabricación o utilización del elemento de hormigón se encuentre una restricción, además por otro lado se establece también que la edad de ensayo del elemento de hormigón se deberá realizar a los 28 días de su fabricación para que de esta manera comprobar la resistencia alcanzada . Encontramos entonces que la resistencia a la compresión del hormigón es mucho mayor a la de su resistencia a la tracción, es debido a esta razón que para realizar la construcciones se implementa el uso de acero lo cual forma un material mucho mas dúctil ya que el acero suple la deficiencia del hormigón a la tracción y permite de esta manera que si se produjera una falla en la estructura esta no sea explosiva o que no sea una estructura frágil, sino dúctil.

El hormigón al no ser un material elástico, más bien frágil o poco dúctil, puede producir un tipo de falla explosiva debido a que trabaja muy bien para los esfuerzos producidos por la compresión mas no a esfuerzos de flexión. Según los códigos que rigen el diseño de este material el modulo de elasticidad estará dado en función de la resistencia a la cual se va a diseñar este material, el modulo de elasticidad del hormigón se calcula con la siguiente fórmula:

$$E = 15100 * \sqrt{f'_c} \quad (\text{Código ACI})$$

Para la realización de este tipo de ensayo de laboratorio se debe regir a la norma ASTM C-469 en la cual se estipula la preparación de los cilindros de hormigón para

poder ir sacando las deformaciones conforme se continúe con la aplicación de carga.

Otra resistencia que es ensayada en el hormigón es la de flexión, que es un ensayo que mide la resistencia del hormigón a la tracción del mismo cuando el espécimen falla por momento de una viga, este ensayo de laboratorio se lo realiza siguiendo la norma ASTM C-78. Esta resistencia a la flexión se expresa como Modulo de Rotura el cual es cerca del 10% al 20% de la resistencia a la compresión

Para terminar, cabe mencionar el esfuerzo de corte al que es sometido un elemento de hormigón, debido a que a las fuerzas cortantes se transforman en tracciones diagonales. La resistencia al corte del hormigón, se la simboliza con V_c y tiene órdenes y comportamiento similares a la resistencia a la tracción.

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d \text{ (Código ACI)}$$

Por último se puede decir que el hormigón es un material que trabaja mejor cuando es sometido a la compresión en vez de ser sometido a la flexión ya que posee una resistencia mecánica a la compresión mayor que su resistencia mecánica a la tracción.

- Durabilidad.-

Es la capacidad de un material a resistir el paso del tiempo así como el ataque de agentes agresores al mismo que produzcan un desgaste en la composición física o química del mismo. Se puede presentar un deterioro del hormigón que es la degradación del mismo, es decir la pérdida de propiedades y características del material al pasar el tiempo, es así como la durabilidad hoy en día, se ha convertido en un principio de diseño en la ingeniería y la construcción.

Existen diferentes factores que pueden influenciar en la durabilidad del hormigón como tal, dependerá de cada uno de sus componentes y su patología para que el

hormigón que es utilizado para construir las diferentes estructuras o elementos no se vean afectados de una manera grave o perjudicial.

De esta manera se presentan a continuación algunas de las razones de cada uno de los componentes del hormigón que puede perjudicar su durabilidad:

Cemento.-

1. Falso fraguado, debido a la hidratación rápida del yeso.
2. Retracción por exceso de calor de hidratación.
3. Exceso de cal libre.

Agua.-

1. Sustancias nocivas disueltas en el agua podrían provocar corrosión química del hormigón.
2. Exceso de agua que disminuye enormemente la resistencia del hormigón.

Áridos.-

1. Exceso de finos que producirán una baja en la resistencia del hormigón.
2. Áridos muy alargados que exigen una mayor cantidad de agua por lo cual igual produce una pérdida de resistencia.
3. Algunos áridos tienen compuestos de azufre, como la pirita, que reaccionan con el cemento dando compuestos expansivos que destruyen completamente la masa del hormigón.

Aditivos.-

1. Mejoran pero no arreglan un hormigón que ya es defectuoso.
 2. Cuando mejoran una propiedad del hormigón pueden perjudicar a otra.
- Porosidad.-

La porosidad del hormigón es la proporción de huecos que se produce una vez la mezcla se encuentra endurecida (fraguada) con respecto a la masa total, esta propiedad incide en la resistencia, la densidad y permeabilidad del concreto.

- Permeabilidad.-

Es la capacidad con la cual un material puede ser atravesado por un líquido o gas, siendo esta una propiedad muy importante para la resistencia del concreto a los ataques de agentes químicos que produzcan un desgaste físico o alguna alteración en su composición química.

1.4. Agentes agresores del hormigón

El hormigón elaborado en base a cemento Portland, agregados, agua y en algunos casos aditivos, es un material elemental en el momento de la construcción de distintos tipos de estructuras ya sean civiles o especiales ya que es un material que presenta muchas características beneficiosas en su uso o en sus propiedades físicas como mecánicas.

El hormigón también puede verse afectado por distintos motivos durante su vida, ya sea por el simple uso de la edificación o por agentes o factores externos que lo modifiquen, tanto en sus propiedades químicas, físicas, o mecánicas.

Las propiedades químicas del hormigón se pueden ver afectadas por algunos agentes entre los más importantes se pueden mencionar: ácidos orgánicos, ácidos acéticos y carbónicos, además de los sulfatos de calcio, magnesio, potasio, aluminio y hierro, que pueden producir en el hormigón un daño o desintegración del mismo. Para evitar que esto le suceda al hormigón se puede preparar una mezcla resistente a la acción de los sulfatos y aumentando la resistencia de diseño del mismo.

1.4.1. Sulfatos

Los sulfatos son sales que están constituidos principalmente de azufre, existen varios tipos de sulfatos que son perjudiciales para el hormigón como lo son:

- Sulfato de Sodio
- Sulfato de Potasio
- Sulfato de Magnesio

Estos sulfatos generalmente se encuentran presentes en la naturaleza ya sea en el suelo o disueltos en agua subterránea que está cerca a las estructuras de hormigón, si se trata de un clima caliente puede existir a su vez evaporación de estas aguas y por lo tanto una vez evaporada, los cristales de los sulfatos se solidifican incrementando así el daño a la estructura.

Se recomienda la protección del hormigón contra el ataque de sulfatos, la cual se puede obtener mediante la elaboración de un hormigón más denso de lo normal, de alta calidad y que cuente con una relación agua-cemento baja.

Exposición	Agua con Sulfato soluble (SO₄) en suelos, %	Sulfato (SO₄) en agua, ppm	Cemento	Máxima Relación Agua-Cemento
Baja	0.00-0.10	0-150	-----	-----
Moderada	0.10-0.20	150-1500	Tipo II Tipo IP(MS) Tipo IS (MS)	0.50
Severa	0.20-2.00	1500-10000	Tipo V	0.45
Muy Severa	Sobre 2.00	Sobre 10000	Tipo V+ Puzolanas	0.45

Recomendaciones para Hormigón de peso normal sujeto al ataque de sulfatos

Fuente: ACI201.2R Manual of Concrete Practice

Autor: Traducción elaborada por Xavier Cevallos

La degradación de los hormigones a causa de los sulfatos se debe principalmente a los fenómenos que se producen debido a la expansión por formación de ettringita en la parte interior de los elementos de hormigón, dentro de las causas, tenemos las siguientes como las más conocidas:

1. La cristalización en los espacios libres de la pasta de cemento endurecido, debido a la formación de un yeso secundario, que resulta de una reacción de sustitución entre la portlandita y el sulfato.
2. Dependiendo de la composición de la fase líquida, en particular del contenido en sales, la cristalización de la ettringita puede ser expansiva o no.

CAPITULO II “PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS DEL HORMIGON”

2.1 Granulometría de los agregados

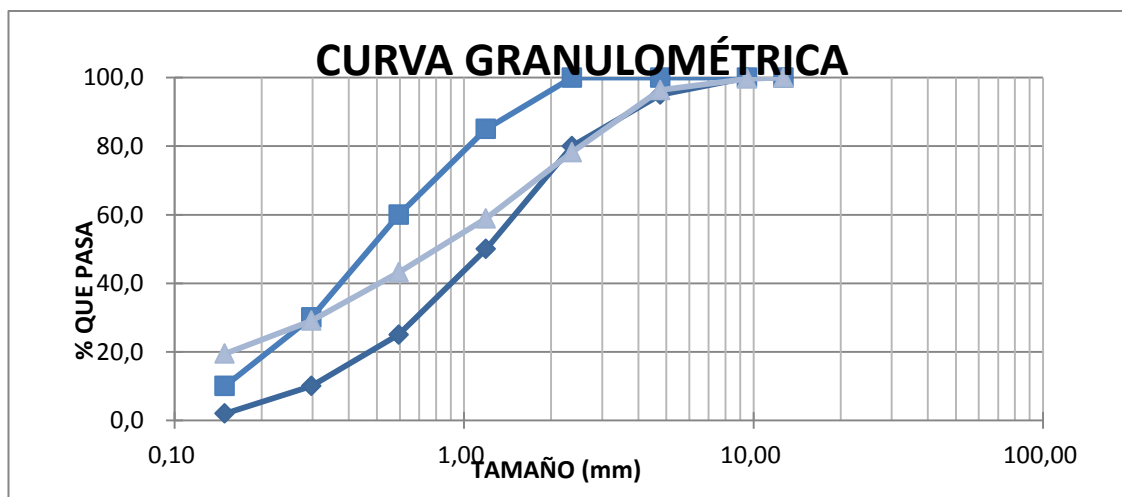
2.1.1 Granulometría del Agregado Fino

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

LOCALIZACIÓN: <u>Cantera de Pintag</u> ORIGEN Y DESCRIPCIÓN: <u>Pintag</u> MUESTRA N°: _____ MASA DE LA MUESTRA: <u>Agregado Fino</u> NORMA: _____	SOLICITADO POR: <u>Xavier Cevallos</u> ENSAYADO POR: <u>Xavier Cevallos</u> CALCULADO POR: <u>Xavier Cevallos</u> REVISADO POR: <u>Ing. Lauro Lara</u> FECHA: _____
--	---

GRANULOMETRIA POR MALLAS

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA PARCIAL	MASA RETENIDA ACUMULADA	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)	ESPECIFICAC. % QUE PASA
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/8"	9.51	4.9	4.9	0.3	99.7	100
No.4	4.76	51.0	55.9	3.6	96.4	95-100
No. 8	2.36	280.5	336.4	21.7	78.3	80-100
No. 16	1.19	299.4	635.8	41.1	58.9	50-85
No.30	0.60	243.5	879.3	56.8	43.2	25-60
No.50	0.30	217.8	1097.1	70.9	29.1	10-30
No.100	0.149	149.3	1246.4	80.6	19.4	2-10
P A S A No 100		300.9	300.9			
SUMA:		1547.2	1547.2			



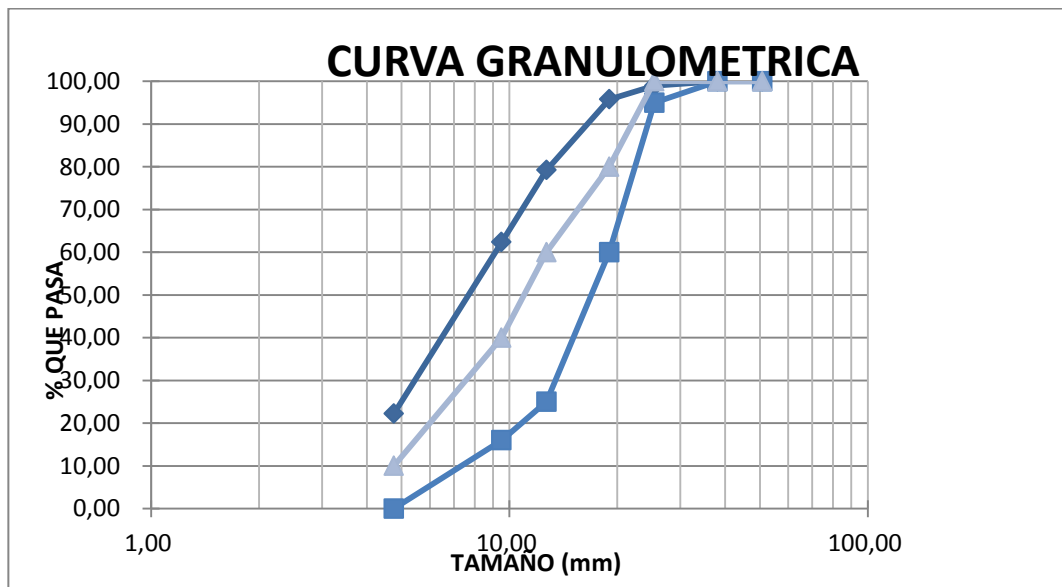
2.1.2 Granulometría del Agregado Grueso

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

LOCALIZACIÓN: <u>Cantera de Pintag</u> ORIGEN Y DESCRIPCIÓN: <u>Pintag</u> MUESTRA N°: _____ MASA DE LA MUESTRA: <u>Agregado Grueso</u> NORMA: _____	SOLICITADO POR: <u>Xavier Cevallos</u> ENSAYADO POR: <u>Xavier Cevallos</u> CALCULADO POR: <u>Xavier Cevallos</u> REVISADO POR: <u>Ing. Lauro Lara</u> FECHA: _____
--	---

GRANULOMETRIA POR MALLAS

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA PARCIAL	MASA RETENIDA ACUMULADA	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)	ESPECIFICAC. % QUE PASA
2 1/2"	64.00	0.0	0.0	0.00	100.00	100.00
2"	50.80	0.0	0.0	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.00	100.00	100.00
1"	25.40	325.0	325.0	1.03	98.97	95-100
3/4"	19.00	1005.0	1330.0	4.22	95.78	60-80
1/2"	12.70	5220.0	6550.0	20.77	79.23	25-60
3/8"	9.51	5320.0	11870.0	37.65	62.35	16-40
N° 4	4.76	12655.0	24525.0	77.78	22.22	0-10
P A S A No 4		7005.0	7005.0			
SUMA:		31530.0	31530.0			



2.1.4 Equivalente de Arena

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

LOCALIZACIÓN:	<u>Cantera de Pintag</u>	SOLICITADO	
ORIGEN Y		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
DESCRIPCIÓN:	<u>Pintag</u>	ENSAYADO	
		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
MUESTRA N°:	<u>Tesis Xavier Cevallos</u>	CALCULADO	
MASA DE LA		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
MUESTRA:		REVISADO	
NORMA:		POR:	<u>Ing.Lauro Lara</u>
		FECHA:	

EQUIVALENTE DE ARENA

$$EA = \frac{B}{A} \times 100$$

PROBETA No. 1

SUSPENSIÓN (1 ^{ra} LECTURA)	A = 5.1
SUSPENSIÓN (2 ^{da} LECTURA)	B = 4
EQUIVALENTE DE ARENA	C = 78.4%

PROBETA No.2

SUSPENSIÓN (1 ^{ra} LECTURA)	A = 5.1
SUSPENSIÓN (1 ^{da} LECTURA)	B = 4.1
EQUIVALENTE DE ARENA	C = 80.4%

2.1.5 Terrones de Arcilla

2.1.5.1 Terrones de Arcilla en el Agregado Fino

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

LOCALIZACIÓN:	<u>Cantera de Pintag</u>	SOLICITADO	
ORIGEN Y		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
DESCRIPCIÓN:	<u>Pintag</u>	ENSAYADO	
		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
MUESTRA N°:	<u>Tesis Xavier Cevallos</u>	CALCULADO	
MASA DE LA		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
MUESTRA:		REVISADO	
NORMA:		POR:	<u>Ing.Lauro Lara</u>
		FECHA:	<u></u>

TERRONES DE ARCILLA EN EL AGREGADO FINO

$$P = \frac{(M - R)}{R} \times 100$$

MASA DE LA MUESTRA	M = 96.15
MASA RETENIDA EN EL TAMIZ N°200 DESPUÉS DEL ENSAYO	R = 95.63
PORCENTAJE DE ARCILLA	P = 0.54%

2.1.6 Abrasión

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

LOCALIZACIÓN:	<u>Cantera de Pintag</u>	SOLICITADO	
ORIGEN Y		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
DESCRIPCIÓN:	<u>Pintag</u>	ENSAYADO	
		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
MUESTRA N°:		CALCULADO	
MASA DE LA		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
MUESTRA:	<u>5010gr</u>	REVISADO	
NORMA:		POR:	<u>Ing. Lauro Lara</u>
		FECHA:	_____

DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS

$$C = A - B$$

$$\% \text{desgaste} = \frac{C}{A} \times 100$$

MASA INICIAL DE LA MUESTRA (gr)	A = 5010
MATERIAL QUE RETIENE EL TAMIZ N°12 (gr)	C = 3645
MASA QUE PASA EL TAMIZ N° 12 (gr)	B = 1365
PORCENTAJE DE DESGASTE	% = 27.25

2.2 Otras Propiedades Físicas

2.2.1 Esfericidad

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

LOCALIZACIÓN:	<u>Cantera de Pintag</u>	SOLICITADO POR: Xavier Cevallos
ORIGEN Y DESCRIPCIÓN:	<u>Pintag</u>	ENSAYADO POR: Xavier Cevallos
MUESTRA N°:	<u>Tesis Xavier Cevallos</u>	CALCULADO POR: Xavier Cevallos
MASA DE LA MUESTRA:	_____	REVISADO POR: Ing.Lauro Lara
NORMA:	_____	FECHA: _____

PARTICULAS PLANAS

N° DEL TAMIZ		% RETENIDO PARCIAL DEL AGREGADO	NUMERO DE PARTICULAS EN CADA FRACCION ANTES DEL ENSAYO	NUMERO DE PARTICULAS PLANAS EN CADA FRACCIÓN	% DE PARTICULAS PLANAS EN CADA FRACCIÓN	% DE PARTICULAS PLANAS
PASA	RETIENE					
2"	1 1/2"	0	-----	-----	-----	-----
1 1/2"	1"	0	-----	-----	-----	-----
1"	3/4"	10.7	100	17	17	1.87
3/4"	1/2 "	65.8	100	9	9	6.08
1/2 "	3/8 "	13.5	100	11	11	1.49
3/8 "	Nº3	10	100	5	5	0.5
Porcentaje total de partículas planas						9.94

2.2.2 Angulosidad

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

LOCALIZACIÓN:	<u>Cantera de Pintag</u>	SOLICITADO POR: Xavier Cevallos
ORIGEN Y DESCRIPCIÓN:	<u>Pintag</u>	ENSAYADO POR: Xavier Cevallos
MUESTRA N°:	<u>Tesis Xavier Cevallos</u>	CALCULADO POR: Xavier Cevallos
MASA DE LA MUESTRA:	<u></u>	REVISADO POR: Xavier Cevallos
NORMA:	<u></u>	FECHA: <u></u>

PARTICULAS ALARGADAS

N° DEL TAMIZ		% RETENIDO PARCIAL DEL AGREGADO	NUMERO DE PARTICULAS EN CADA FRACCIÓN ANTES DEL ENSAYO	NUMERO DE PARTICULAS ALARGADAS EN CADA FRACCIÓN	% DE PARTICULAS ALARGADAS EN CADA FRACCIÓN	% DE PARTICULAS ALARGADAS
PASA	RETIENE					
2"	1 1/2"	0	-----	-----	-----	-----
1 1/2"	1"	0	-----	-----	-----	-----
1"	3/4"	10.7	100	14	14	1.54
3/4"	1/2 "	65.8	100	25	25	16.9
1/2 "	3/8 "	13.5	100	13	13	1.76
3/8 "	Nº3	10	100	6	6	0.6
Porcentaje total de partículas alargadas						20.8

Resumen de Angulosidad y Esfericidad
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

LOCALIZACIÓN: Cantera de Pintag SOLICITADO POR: Xavier Cevallos
 ORIGEN Y DESCRIPCIÓN: Pintag ENSAYADO POR: Xavier Cevallos
 MUESTRA N°: Tesis Xavier Cevallos CALCULADO POR: Xavier Cevallos
 MASA DE LA MUESTRA: _____ REVISADO POR: Ing.Lauro Lara
 NORMA: _____ FECHA: _____

N° DEL TAMIZ		% RETENIDO PARCIAL DEL AGREGADO	NUMERO DE PARTICULAS EN CADA FRACCION ANTES DEL ENSAYO	NUMERO DE PARTICULAS PLANAS EN CADA FRACCIÓN	% DE PARTICULAS PLANAS EN CADA FRACCIÓN	% DE PARTICULAS PLANAS
PASA	RETIENE					
2"	1 1/2"	0	-----	-----	-----	-----
1 1/2"	1"	0	-----	-----	-----	-----
1"	3/4"	10.7	100	17	17	1.87
3/4"	1/2 "	65.8	100	9	9	6.08
1/2 "	3/8 "	13.5	100	11	11	1.49
3/8 "	N°3	10	100	5	5	0.5
Porcentaje total de partículas planas					9.94	

PARTICULAS ALARGADAS

N° DEL TAMIZ		% RETENIDO PARCIAL DEL AGREGADO	NUMERO DE PARTICULAS EN CADA FRACCION ANTES DEL ENSAYO	NUMERO DE PARTICULAS ALARGADAS EN CADA FRACCIÓN	% DE PARTICULAS ALARGADAS EN CADA FRACCIÓN	% DE PARTICULAS ALARGADAS
PASA	RETIENE					
2"	1 1/2"	0	-----	-----	-----	-----
1 1/2"	1"	0	-----	-----	-----	-----
1"	3/4"	10.7	100	14	14	1.54
3/4"	1/2 "	65.8	100	25	25	16.9
1/2 "	3/8 "	13.5	100	13	13	1.76
3/8 "	N°3	10	100	6	6	0.6
Porcentaje total de partículas alargadas					20.8	

2.3 Peso Específico y Absorción

2.3.1 Peso Específico del Agregado Fino y Absorción

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

LOCALIZACIÓN:	Cantera de Pintag	SOLICITADO POR:	Xavier Cevallos
ORIGEN Y DESCRIPCIÓN:	Pintag	ENSAYADO POR:	Xavier Cevallos
MUESTRA N°:		CALCULADO POR:	Xavier Cevallos
MASA DE LA MUESTRA:		REVISADO POR:	Ing. Lauro Lara
NORMA:		FECHA:	

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

$$Ge = \frac{A}{B+S-C}$$
$$Geo = \frac{A}{B+A-C}$$

$$Ges = \frac{S}{B+S-C}$$
$$Ab = \frac{S-A}{A} \times 100$$

MASA DEL MATRIZ CON AGUA HASTA 500 cm³

B = 678 gr

MASA DE LA MUESTRA SECA

A = 492.24 gr

MASA DEL CONJUNTO MATRAZ, AGUA Y MUESTRA

C = 974.5 gr

MASA DE A MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA

S = 523.15 gr

GRAVEDAD ESPECIFICA BULK

Ge = 2.17

GRAVEDAD ESPECIFICA SATURADA CON SUPERFICIE SECA

Ges = 2.31

GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE

Geo = 2.52

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

Ab = 6.28%

2.3.2 Peso Específico del Agregado Grueso y Absorción

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

LOCALIZACIÓN:	<u>Cantera de Pintag</u>	SOLICITADO	
ORIGEN Y		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
DESCRIPCIÓN:	<u>Pintag</u>	ENSAYADO	
		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
MUESTRA N°:	_____	CALCULADO	
MASA DE LA		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
MUESTRA:	_____	REVISADO	
NORMA:	_____	POR:	<u>Ing. Lauro Lara</u>
		FECHA:	_____

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

$$Ge = \frac{A}{B-C}$$

$$Ges = \frac{B}{B-C}$$

$$Geo = \frac{A}{A-C}$$

$$Ab = \frac{B-A}{A} \times 100$$

MASA DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	B = 5330 gr
MASA DE LA MUESTRA SECA	A = 5111 gr
MASA DE LA MUESTRA SUMERGIDA EN AGUA	C = 2940 gr
GRAVEDAD ESPECIFICA BULK	Ge = 2.14
GRAVEDAD ESPECIFICA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	Ges = 2.23
GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE	Geo = 2.35
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	Ab = 4.29 %

2.4.2 Humedad Natural del Agregado Grueso

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

LOCALIZACIÓN:	<u>Cantera de Pintag</u>	SOLICITADO	
ORIGEN Y		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
DESCRIPCIÓN:	<u>Pintag</u>	ENSAYADO	
		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
MUESTRA N°:		CALCULADO	
MASA DE LA		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
MUESTRA:		REVISADO	
NORMA:		POR:	<u>Ing. Lauro Lara</u>
		FECHA:	<u></u>

HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO

AGREGADO GRUESO

$$W\% = \frac{B}{A} \times 100$$

ENSAYO N°	Muestra #1	Muestra #2	
MASA ORIGINAL DE LA MUESTRA (gr)	1267.4	1182.7	
A MASA SECA DE LA MUESTRA (gr)	1231.01	1147.5	
B MASA DE AGUA (gr)	36.39	35.2	
W% PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL	2.96%	3.07%	3.02%

2.5 Contenido Orgánico

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

LOCALIZACIÓN:	<u>Cantera de Pintag</u>	SOLICITADO	
ORIGEN Y		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
DESCRIPCIÓN:	<u>Pintag</u>	ENSAYADO	
		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
MUESTRA N°:		CALCULADO	
MASA DE LA		POR:	<u>Xavier Cevallos</u>
MUESTRA:		REVISADO	
NORMA:		POR:	<u>Ing. Lauro Lara</u>
		FECHA:	<u></u>

CONTENIDO ORGÁNICO

Color de la Muestra	Fig.	<u>0</u>
Contenido orgánico Aceptable	SI	<input checked="" type="checkbox"/>
	NO	<input type="checkbox"/>

2.6 Durabilidad a la Acción de los Sulfatos

2.6.1 Durabilidad a la Acción de los Sulfatos del Agregado Fino

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

LOCALIZACIÓN: Cantera de Pintag SOLICITADO POR: Xavier Cevallos
ORIGEN Y DESCRIPCIÓN: Pintag ENSAYADO POR: Xavier Cevallos
Tesis Xavier
MUESTRA N°: Cevallos CALCULADO POR: Xavier Cevallos
MASA DE LA MUESTRA: REVISADO POR: Ing.Lauro Lara
NORMA: FECHA:

DURABILIDAD A LA ACCIÓN DE LOS SULFATOS EN EL AGREGADO FINO

FRACCIÓN N°	NUMERO DEL TAMIZ		% RETENID O PARCIAL DEL AGREGADO	MASA FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	MASA FRACCIONES DESPUES DEL ENSAYO	%QUE PASA DESPUES DEL ENSAYO	% DE DESGASTE PARCIAL
	PASA	RETIENE					
		3/8´	0.3	4.9	3.43	10.24	0.03072
1	3/8´	# 4	3.3	36.43	32.7	10.24	0.33792
2	# 4	#8	18.1	100.06	97	3.06	0.55386
3	#8	# 16	19.4	100.01	97.84	2.17	0.42098
4	# 16	# 30	15.7	100.03	96.2	3.83	0.60131
5	# 30	# 50	14.1	100.03	89.85	10.18	1.43538
	# 50		29.1			10.18	2.96238
% TOTAL DE DESGASTE							6.34255

2.6.2 Durabilidad a la Acción de los Sulfatos del Agregado Grueso

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

LOCALIZACIÓN:	Cantera de Pintag	SOLICITADO POR:	Xavier Cevallos
ORIGEN Y DESCRIPCIÓN:	Pintag Tesis Xavier Cevallos	ENSAYADO POR:	Xavier Cevallos
MUESTRA N°:	Xavier Cevallos	CALCULADO POR:	Xavier Cevallos
MASA DE LA MUESTRA:		REVISADO POR:	Ing.Lauro Lara
NORMA:		FECHA:	

DURABILIDAD A LA ACCIÓN DE LOS SULFATOS EN EL AGREGADO GRUESO

FRACCIÓN N°	NUMERO DEL TAMIZ		% RETENIDO PARCIAL DEL AGREGADO	MASA FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	MASA FRACCIONES DESPUES DEL ENSAYO	%QUE PASA DESPUES DEL ENSAYO	% DE DESGASTE PARCIAL
	PASA	RETIENE					
		2 1/2 "					
	2 1/2 "	2 "					
	2 "	1 1/2 "					
1	1 1/2 "	1 "	1.03	335	332.56	0.73	0.01
2	1 "	3/4 "	3.19	675	669.85	0.76	0.02
3	3/4 "	1/2 "	16.55	510	505.89	0.81	0.13
4	1/2 "	3/8 "	16.88	330	326.14	1.17	0.20
5	3/8 "	# 4	40.13	300	295.87	1.38	0.55
	# 4		22.22			1.38	0.31
% TOTAL DE DESGASTE							1.22

CAPITULO III “DISEÑO Y ELABORACION DE LA MEZCLA DE HORMIGON”

3.1. Información requerida de los componentes

3.1.1. Selección de características de la mezcla

Existen diversos métodos para diseñar y elaborar las mezclas de hormigón, siendo así el método más común y más utilizado en la práctica para seleccionar las proporciones correspondientes para un hormigón normal u hormigón pesado, la norma del ACI-211, que será la base para el diseño de la mezcla que se analizara en esta disertación.

3.2 Procedimiento de Diseño

3.2.1 Selección de Asentamiento

En esta disertación se seleccionó un asentamiento de 80 ± 10 mm, lo cual nos permitirá contar con una consistencia plástica aceptable y trabajable para la obtención de las muestras tanto cilíndricas como prismáticas.

3.2.2 Selección del Tamaño Máximo Nominal

Para efectuar el diseño de la mezcla de hormigón, basados en las especificaciones y resultados obtenidos después de haber realizado los diferentes ensayos en laboratorio se determinó que el tamaño máximo nominal para la mezcla será el de 1”.

3.2.3 Estimación del Contenido de Aire

En el proceso de mezclado del hormigón, al ser un proceso mecánico produce que el aire quede atrapado mientras la mezcladora completa sus ciclos, ya que en cada giro de la maquina la masa de la mezcla atrapa aire y este permanece ahí hasta la debida colocación en el lugar o recipiente donde se vaya a vibrar o compactar. Este proceso de vibrado o compactación no es un proceso que garantice que el aire que contenga la mezcla sea eliminado, además existen también algunos tipos de aditivos, que su función es la de incluir aire a la mezcla para de esta manera obtener hormigones más ligeros, o porosos dependiendo la utilidad que se le quiera dar.

Basados en el criterio del código ACI-211 que en su tabla indica, basados en la experiencia, las cantidades que puede tener la mezcla de hormigón atrapado debido al tamaño máximo nominal del agregado que se uso para su fabricación.

Tamaño Máximo nominal del agregado grueso		Contenido de aire naturalmente atrapado (promedio) %
mm.	Pulg.	
9.51	3/8	3
12.5	1/2	2.5
19.1	3/4	2
25.4	1	1.5
38.1	1 1/2	1
50.8	2	0.5
76.1	3	0.3

Fuente: ACI-211

Cuadro 5.2.- Cantidad en % de aire naturalmente atrapado según el tamaño máximo nominal del agregado

3.2.4 Estimación del Contenido de Agua de Mezcla

El agua de mezcla que se utilizará en el hormigón, depende del tipo de cemento que se vaya a utilizar y el elemento estructural que se requiera fabricar, dependiendo del tipo del elemento y sus características (tamaño de sección, espaciamiento entre refuerzos), entre otros, además, cabe considerar el tipo de compactación que se pueda proporcionar ya que dependiendo del tipo de vibrado que se dé a la mezcla la contextura de la misma debe variar. Es así como se puede determinar mediante la siguiente tabla el tipo de mezcla que se puede esperar en base al asentamiento esperado.

La cantidad de agua de mezcla también dependerá de la humedad que presenten los agregados (fino y grueso) en el momento de la elaboración así como también cada uno de los porcentajes de absorción de los mismos.

Consistencia	Asentamiento en cono de Abrams (cm.)	Forma de Compactación
Seca	0 a 2	Vibrado enérgico en taller
Plástica	3 a 5	Vibrado enérgico en obra
Blanda	6 a 9	Vibrado o Apisonado
Fluida	10 a 15	Picado con barra
Líquida	≥ 16	(No apta para elementos resistentes)

Fuente: Hormigón Armado , Jiménez Montoya Edición 14

Tabla 3.6 CONSISTENCIAS Y FORMAS DE COMPACTACION

Una vez que se haya determinado la consistencia con la cual se quiere trabajar la mezcla, se procede a determinar la cantidad de agua por metro cubico de hormigón que se utilizara para realizar la misma.

Consistencia del hormigón	Asentamiento en cono de Abrams (cm.)	Áridos Rodados			Piedra partida y Arena triturada		
		80 mm.	40mm.	20mm.	80 mm.	40 mm.	20 mm.
Seca	0-2	135	155	175	155	175	195
Plástica	3-5	150	170	190	170	190	510
Blanda	6-9	165	185	205	185	205	225
Fluida	10-15	180	200	220	200	220	240

Fuente: Hormigón Armado , Jiménez Montoya Edición 14

Tabla 3.7 LITROS DE AGUA POR METRO CÚBICO

Hay que tomar en cuenta que dependiendo de la cantidad de agua que se utilizara en la fabricación de la mezcla , se debe respetar la relación de agua-cemento de la misma ya que esta relación es la base para determinar la resistencia del hormigón.

3.2.5 Determinación de la Resistencia de la Mezcla

Tanto las resistencias mecánicas así como la durabilidad del hormigón dependen y están en función de algunos factores importantes del mismo. Como se puede mencionar a continuación como la clase y cantidad de cemento que se ocupara para la preparación de la mezcla, la granulometría con la cual se trabajará, el tamaño máximo nominal de los agregados y básicamente en la relación agua-cemento con la cual se partirá para determinar las cantidades necesarias para lograr una mezcla de una resistencia determinada.

Es así como para el estudio del comportamiento de los aditivos en esta disertación se escogió la resistencia de 240 Kg/cm², ya que es una resistencia que se utiliza para algunos elementos estructurales cuando se ocupa hormigón.

3.2.6 Selección de la relación Agua-Cemento

La relación agua-cemento es la base para determinar de acuerdo a esta relación la cantidad necesaria de cemento que se debe utilizar para la obtención de una resistencia determinada, ya que con ésta, se parte además para calcular la cantidad de agregados que se deben ocupar para la producción de una mezcla que cumpla con los requerimientos de diseño. La relación agua cemento se toma a partir de la interpolación de datos obtenidos de la siguiente tabla que ha sido obtenida en base a continuos ensayos.

RESISTENCIA	RELACIÓN AGUA / CEMENTO A/C
120	0.62
210	0.56
280	0.45
350	0.37

Es así como de esta manera se obtuvo una relación agua-cemento de 0.5045 Con lo cual se iniciara el cálculo de cantidad de cemento necesario al igual que la cantidad de agregados.

3.2.7 Calculo del contenido de Cemento

Al momento que se ha determinado la relación Agua-Cemento que se empleara en la elaboración de la mezcla y considerando el agua de mezcla que se determinó con anterioridad, se obtiene el contenido de cemento necesario para alcanzar la resistencia especificada.

3.2.8 Estimación de las Propiedades de los Agregados

La cantidad que se utilizará de los dos agregados tanto fino como grueso dependerá de las características que estos agregados presenten en los diferentes ensayos a los cuales fueron sometidos en laboratorio como por ejemplo las granulometrías, Humedad natural, Porcentaje de absorción entre otros. Según la ACI se puede proceder mediante diferentes métodos para la estimación de la cantidad de estos agregados.

Una vez que se hayan estimado las cantidades que se utilizaran para realizar la mezcla del hormigón, se debe realizar una mezcla de prueba, para en base al peso unitario de la mezcla y el asentamiento obtenido, comprobar que cumplan con lo que se tenía determinado en el diseño, ya que estos resultados se pueden ver modificados por un incremento o decremento de humedad de los agregados y se deberá corregir las cantidades de la mezcla inicial.

3.2.9 Estimación del Porcentaje de Aditivo

Los aditivos utilizados para esta disertación además de cumplir como súper plastificantes, también cumplen como reductores de agua, en base a las indicaciones de cada uno de los fabricantes, el agua de mezcla debe ser reducida en un rango (porcentaje) determinado para que de esta manera pueda cumplir satisfactoriamente su papel en el momento de realizar la mezcla de hormigón.

3.3 Método ACI-211

3.3.1 Diseño de la dosificación para un hormigón de 240 kg/cm²

Parámetro	Resultado
Asentamiento	8 cm
Tamaño Máximo Nominal	25.4 mm
Estimación del contenido de aire	1.50%
Estimación del contenido de agua de mezcla	254.6 Kg/m ³
Resistencia de Diseño	240 Kg/cm ²
Selección de relación Agua-Cemento	0.5045
Contenido de Cemento	429 Kg/m ³
Peso Unitario de los Agregados	2250 Kg/m ³
Agregados saturados con superficie seca	1566.7 Kg/m ³
Porcentaje de participación de los agregados	Ag. Fino: 47%
	Ag. Grueso: 53 %
Contenido de Agregados Pétreos en estado saturado con superficie seca	Ag. Fino: 736.35 Kg/m ³
	Ag. Grueso: 830.35 Kg/m ³
Cantidad de Agregados Pétreos en estado seco	Ag. Fino: 770.1 Kg/m ³
	Ag. Grueso: 796.6 Kg/m ³

En la elaboración de la dosificación para un hormigón de resistencia de 240 Kg/cm² se tomó como base los datos indicados anteriormente para de esta manera verificar la consistencia de la mezcla así como su asentamiento y en cuyo caso, de ser necesario realizar una re estimación basada en el asentamiento y peso unitario de la misma.

Una vez realizada la mezcla se procedió a tomar la muestra, al momento de poner el hormigón fuera de la mezcladora, se puede apreciar la falta de agregado fino en la mezcla, razón por la cual debido a la presencia de un porcentaje considerable de material en el tamiz # 4 en la granulometría del agregado grueso se procede en base a la experiencia del Ing. Lauro Lara a cambiar el porcentaje de participación de los agregados en la mezcla siendo así los nuevos porcentajes de:

Agregado Fino: 49%

Agregado Grueso: 51%

Con estos nuevos porcentajes se obtendrá una mejor consistencia del hormigón y se evitara la segregación de la misma. Posteriormente se realiza el ensayo de cono de Abrams y se constata si el asentamiento que fue determinado en el diseño se cumple. Cuando se realiza este ensayo se observa que el asentamiento obtenido en la mezcla es de 10 cm y además la mezcla posee un peso unitario diferente al esperado, y en base a estos datos se realiza la re estimación de la mezcla para obtener el diseño definitivo de la misma.

3.4 Resumen de la dosificación

Una vez diseñada la dosificación definitiva para la mezcla se realizará tres tipos de dosificaciones, para el análisis en la disertación, siendo las siguientes:

- Dosificación para un hormigón de 240 Kg/cm² Sin Aditivo
- Dosificación para un hormigón de 240 Kg/cm² Con Aditivo Sika " Sikament N-100 Súper plastificante "
- Dosificación para un hormigón de 240 Kg/cm² Con Aditivo Aditec " Aditec 311-FF Súper plastificante "

3.4.1 Dosificación final para un hormigón de 240 kg/cm² Sin Aditivo

Parámetro	Resultado
Asentamiento	8 cm
Tamaño Máximo Nominal	25.4 mm
Estimación del contenido de aire	1.50%
Estimación del contenido de agua de mezcla	247.8 Kg/m ³
Resistencia de Diseño	240 Kg/cm ²
Selección de relación Agua-Cemento	0.5045
Contenido de Cemento	416.3 Kg/m ³
Peso Unitario de los Agregados	2204.2 Kg/m ³
Agregados saturados con superficie seca	1578 Kg/m ³
Porcentaje de participación de los agregados	Ag. Fino: 49%
	Ag. Grueso: 51 %
Contenido de Agregados Pétreos en estado saturado con superficie seca	Ag. Fino: 773.22 Kg/m ³
	Ag. Grueso: 804.78 Kg/m ³
Cantidad de Agregados Pétreos en estado seco	Ag. Fino: 726.2 Kg/m ³
	Ag. Grueso: 813.8 Kg/m ³

En estas condiciones se obtuvo el asentamiento del diseño por lo cual solamente se debía tener controlado la humedad de los materiales pétreos para de esta manera regular la cantidad de agua. Debido al almacenamiento de los materiales, su humedad no varió y se pudo trabajar con la dosificación determinada.

3.4.2 Dosificación para un hormigón de 240 Kg/cm² Con Aditivo Sika "

Sikament N-100 Súper plastificante "

Parámetro	Resultado
Asentamiento	8 cm
Tamaño Máximo Nominal	25.4 mm
Estimación del contenido de aire	1.50%
Estimación del contenido de agua de mezcla	177 Kg/m ³
Resistencia de Diseño	240 Kg/cm ²
Selección de relación Agua-Cemento	0.5045
Contenido de Cemento	351.2 Kg/m ³
Peso Unitario de los Agregados	2250 Kg/m ³
Agregados saturados con superficie seca	1722 Kg/m ³
Porcentaje de participación de los agregados	Ag. Fino: 49%
	Ag. Grueso: 51 %
Contenido de Agregados Pétreos en estado saturado con superficie seca	Ag. Fino: 844 Kg/m ³
	Ag. Grueso: 878 Kg/m ³
Cantidad de Agregados Pétreos en estado seco	Ag. Fino: 799 Kg/m ³
	Ag. Grueso: 841 Kg/m ³
Aditivo	1.756 Kg/m ³

Para realizar esta dosificación se debe tomar en cuenta el procedimiento de uso, así como la cantidad de aditivo que se empleara para obtener los resultados esperados. De esta manera y siguiendo las indicaciones del fabricante se utiliza el 0.5% de aditivo con respecto al peso del cemento utilizado y además cuenta con la característica de ser un reductor de agua y se estima la reducción de la misma en un porcentaje del 18%.

3.4.3 Dosificación para un hormigón de 240 Kg/cm² Con Aditivo Aditec

“ Aditec 311-FF Súper plastificante ”

Parámetro	Resultado
Asentamiento	8 cm
Tamaño Máximo Nominal	25.4 mm
Estimación del contenido de aire	1.50%
Estimación del contenido de agua de mezcla	173 Kg/m ³
Resistencia de Diseño	240 Kg/cm ³
Selección de relación Agua-Cemento	0.5045
Contenido de Cemento	343 Kg/cm ³
Peso Unitario de los Agregados	2250 Kg/cm ³
Agregados saturados con superficie seca	1734 Kg/cm ³
Porcentaje de participación de los agregados	Ag. Fino: 49%
	Ag. Grueso: 51 %
Contenido de Agregados Pétreos en estado saturado con superficie seca	Ag. Fino: 850 Kg/cm ³
	Ag. Grueso: 884 Kg/cm ³
Cantidad de Agregados Pétreos en estado seco	Ag. Fino: 850 Kg/cm ³
	Ag. Grueso: 884 Kg/cm ³
Aditivo	2.573 Kg/cm ³

Para realizar esta dosificación se debe tomar en cuenta el procedimiento de uso, así como la cantidad de aditivo que se empleara para obtener los resultados esperados. De esta manera y siguiendo las indicaciones del fabricante se utiliza el 0.5% de aditivo con respecto al peso del cemento utilizado y además cuenta con la característica de ser un reductor de agua y se estima la reducción de la misma en un porcentaje del 18%.

3.5 Elaboración de las muestras de hormigón

3.5.1 Generalidades de la producción de hormigón

Para obtener un hormigón que sea homogéneo y que cumpla con los requisitos necesarios según las normas de laboratorio es necesario seguir procedimientos estandarizados además de realizar un buen diseño de la mezcla. Estos procedimientos ocurren tanto en la fabricación como en el almacenaje de las muestras. Para realizar la fabricación de hormigón existen algunos métodos como la dosificación al volumen , que es el proceso que muchas veces los ingenieros deben usar cuando se encuentran en el campo y que ya se tiene medidas estipuladas para poder lograr una cierta resistencia, pero que sin embargo no es muy exacta ya que no se controla la cantidad específica de cada material que se usa siendo el principal aspecto afectado la relación agua-cemento , y el otro tipo de elaboración de hormigón es el que se realiza en un lugar que cuenta con mecanismos capaces de medir y elaborar de una manera mecanizada la mezcla como es el caso de un laboratorio, ya que en un lugar que brinda las posibilidades de medir con exactitud cada material y posterior buen almacenaje permitirá con seguridad la obtención de un hormigón de alta calidad.

3.5.2 Producción en Laboratorio (al peso).

La producción de hormigón en un laboratorio es un proceso basado en algunas normas, ya que dependiendo de esto se puede ir comprobando la calidad de los materiales que se usaran para realizar la mezcla, así como el proceso de la obtención de muestras y por último el almacenaje de las mismas.

Primero.- Se recopila los materiales que serán usados para la elaboración de la mezcla, como los agregados (fino y grueso) que para esta disertación provienen de una cantera ubicada en el sector de Pintag, la obtención se realizó a manera de muestreo directamente de la mina y se colocó en sacos de yute que fueron cerrados con cinta adhesiva para mantener la humedad homogénea entre todos. Además se obtienen los aditivos que se emplearán para las dosificaciones que los utilice y el cemento.



FOTO.- Cantera "El Volcán " Pintag-Ecuador

AUTOR.- Xavier Cevallos

Segundo.- Una vez colocados los áridos en la universidad se procede a realizar los ensayos de los materiales para determinar la calidad y así obtener los resultados de propiedades Físicas y Mecánicas de los mismos. Estos ensayos se realizarán siguiendo el Manual Visualizado de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, además de contar con la ayuda de laboratoristas pertenecientes al lugar.



FOTO.- Cilindro Ensayado a Compresión.

AUTOR.- Xavier Cevallos

Tercero.- Una vez obtenidos los resultados de laboratorio, en base a estos se procede a realizar el diseño teórico de la mezcla para la resistencia que será estudiada.



FOTO.- Cilindro Ensayado en Prensadora y con Jaula de Seguridad.

AUTOR.- Xavier Cevallos

Cuarto.- Posteriormente al diseño teórico de la mezcla se realiza la producción del hormigón, inicialmente con la re-estimación de la mezcla para confirmar que el diseño teórico se cumpla.



FOTO.- Mezcladoras utilizadas en la elaboración de los hormigones.

AUTOR.- Xavier Cevallos

Quinto.- Una vez realizada la dosificación se debe tomar las muestras que serán ensayadas posteriormente. Por cada dosificación se tomaron 20 Cilindros para ensayos de compresión que poseen características normalizadas de un diámetro de 15cm y una altura de 30cm mediante una compactación en tres capas, con la ayuda de una varilla metálica y un combo de caucho para dar golpes al contorno del cilindro. Y además se tomaron 10 muestras para ensayos de flexión en viguetas de 55cm x 15cm x 15cm mediante una compactación en dos capas usando una varilla metálica normalizada y dando golpes en el contorno del recipiente. Todas las muestras serán desencofradas al siguiente día , ya que las dosificaciones serán en días continuos.



FOTO.- Toma de muestras para ensayos de compresión y flexión.

AUTOR.- Xavier Cevallos

Sexto.- Para finalizar la producción de las muestras de hormigón, estas deberán ser almacenadas ya sean en el cuarto de curado perteneciente al laboratorio, para que tengan una humedad de curado óptima o sumergidas en los tanques que posean las concentraciones de sulfato de sodio que serán las utilizadas para analizar el deterioro de las mismas.



FOTO.- Cuarto de humedad para curado de muestras de hormigón.

AUTOR.- Xavier Cevallos

CAPITULO IV “DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DE LAS MUESTRAS”

4.1 Clasificación de las dosificaciones y Ensayos.

CLASIFICACIÓN DE MUESTRAS POR ADITIVO Y CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE SODIO EN EL CURADO					
RESISTENCIA	ADITIVO	CONCENTRACIÓN	CILÍNDROS	VIGUETAS	TOTAL
240	Sin aditivo	Normal	20	10	30
	Sika-Sikament 100		20	10	30
	Aditec-311-FF		20	10	30
	SUBTOTAL		60	30	90
240	Sin aditivo	Alta	20	10	30
	Sika-Sikament 100		20	10	30
	Aditec-311-FF		20	10	30
	SUBTOTAL		60	30	90
240	Sin aditivo	Muy Alta	20	10	30
	Sika-Sikament 100		20	10	30
	Aditec-311-FF		20	10	30
	SUBTOTAL		60	30	90
TOTAL DE MUESTRAS DE ENSAYO			180	90	270

Ensayos	Muestras	Edad (Días)	Curado	Resistencia f'c (Kg/cm ²)	Total de Muestras
Compresión Simple	5 Cilindros	7	Normal, Alta , Muy Alta	240	45
Flexión	5 Viguetas	28	Normal, Alta , Muy Alta	240	45
Módulo de Elasticidad	3 Cilindros	28	Normal, Alta , Muy Alta	240	27
Compresión Simple	2 Cilindros	28	Normal, Alta , Muy Alta	240	18
Compresión Simple	5 Cilindros	56	Normal, Alta , Muy Alta	240	45
Flexión	5 Viguetas	28	Normal, Alta , Muy Alta	240	45
Compresión Simple	5 Cilindros	7	Normal, Alta , Muy Alta	240	45
TOTAL DE MUESTRAS A ENSAYAR					270

4.2 Curado normalizado con agua e inmersión en soluciones de sulfatos.

El concreto al ser el principal material utilizado en la construcción de diferentes estructuras sin importar el tipo o servicio que vayan a desempeñar puede encontrarse expuesto a diferentes agentes agresores como por ejemplo químicos como es el caso de sulfatos. En esta disertación se lo someterá a inmersiones de sulfato de sodio ya que se quiere representar un estado en el cual el concreto podría estar expuesto en la industria química así también como en laboratorios, como en aguas minerales donde estructuras elaboradas con concreto se vean afectadas.

El sulfato de Sodio es un agente agresor al concreto ya que este lo puede alterar en sus propiedades físicas como mecánicas , dependiendo al grado y tiempo de exposición al que se encuentre sometido el concreto, para esta disertación se tomaron dos tipo de concentración de sulfato de sodio el primero clasificado como ALTA(5%) y el segundo como MUY ALTA (10%).

Dentro de los principales usos de este tipo de sulfato se encuentra la producción de celulosa, la fabricación de detergentes, la utilización como aditivo para la fabricación de vidrios entre otros.

El efecto que tienen las diferentes sustancias agresoras sobre el concreto depende de diferentes aspectos como los siguientes:

Origen.- Los agentes agresores para el concreto pueden encontrarse de forma natural ya sea en el suelo o agua, así también como en los desechos que produzcan las diferentes fabricas químicas.

Mecanismos.- Las acciones que se pueden presentar en la estructura del concreto es una expansión en la estructura del hormigón.

Tipo de Sulfato.-No todos los sulfatos tiene igual composición química, física o si son ácidos o alcalinos , es por estos factores que el comportamiento con el hormigón será muy diferente.

Concentración de sulfatos.-Mientras mas soluble es el sulfato con el cual se pondrá a prueba el hormigón , este será mas perjudicial para el mismo , ya que este dependerá de la porosidad como que tan permeable es el concreto a ensayar.

Inmersión fluyendo o estable.- Si las muestras se encuentran expuestas a un fluido con sulfato el daño que presenten será mayor.

Presión y Temperatura.- Estos factores son importantes ya que inciden de una manera muy considerable en los resultados que se obtendrán luego de haber expuesto a las muestras.

El ataque de sulfatos se hace presente en hormigón con la expansión de la pasta cementico, generando de esta manera deformaciones y esfuerzos internos que el hormigón no es capaz de resistir , cuando las muestras de hormigón se encuentran en un estado endurecido . Produciendo de esta manera un fisuramiento progresivo con lo cual la estructura de hormigón se encontrara cada vez mas expuesta a las acciones de los sulfatos. El ataque de los sulfatos puede ser de dos maneras, la primera desde el exterior o proveniente del medio ambiente y que se introduce en la estructura o sin embargo si no se ha llevado un control de agregados para la elaboración de la mezcla , se puede generar una liberación retardada de sulfatos por parte de los agregados.

Inmersión de muestras en concentración de sulfato.

Para realizar el curado de las muestras en las diferentes concentraciones se determinó el volumen que ocuparían 5 viguetas y 10 cilindros para de esta manera determinar cuantos litros de concentración se necesitarían, ya que se dispondrán de 2 tanques metálicos por cada dosificación. Como ya se explicó anteriormente las concentraciones están dadas por porcentajes siendo de esta manera los litros necesarios de agua para poder cubrir los elementos de ensayo de 120 lt.

Por lo tanto se necesitó 6Kg y 12 Kg de Sulfato de Sodio para cada uno de los curados de muestras expuestas a la acción de sulfatos de cada dosificación.



FOTO.-Tanques de curado con concentraciones de Sulfato de Sodio.

AUTOR.- Xavier Cevallos

4.3 Ensayos de resistencia a la compresión



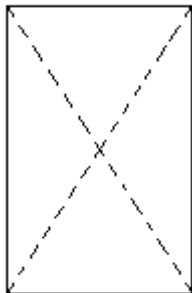
FOTO.-Cilindro ensayado a Compresión.

AUTOR.- Xavier Cevallos

Para realizar el ensayo de compresión simple se debe tener en cuenta la limpieza de los neoprenos que se ponen en los discos de metal que sostendrán la muestra en la maquina prensadora. Se debe tener en cuenta siempre que la maquina se encuentre encerada para que de esta manera no obtener resultados muy diferentes. Para realizar este ensayo se tiene como referencia la norma ASTM C-39, la cual debe cumplirse tanto en su metodología y practica. Debido a la aplicación de las cargas existen 6 tipos de fallas que han sido normalizadas de la siguiente manera:

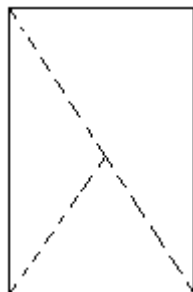
Cono

Se observa cuando se logra una carga de compresión bien aplicada sobre un espécimen de prueba bien preparado.



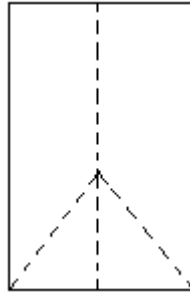
Cono y Corte

Se observa cuando las caras de aplicación de carga del espécimen se desvían ligeramente de las tolerancias de paralelismo establecidas o por ligeras desviaciones en el centro del espécimen para la aplicación de la carga.



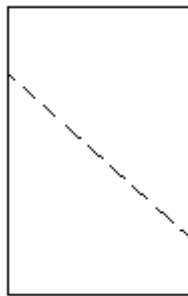
Cono y Fractura

Se observa en especímenes que presentan una cara de aplicación de carga convexa y/o por deficiencias del material de cabeceo, rugosidades en el plato cabeceador o placas de carga.



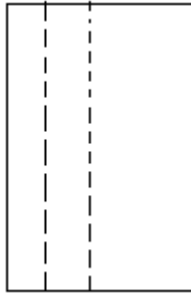
Corte

Se observa comúnmente cuando las caras de aplicación de carga se encuentran en el límite de tolerancia especificada o excediendo esta.



Fractura

Se observa en especímenes que presentan una superficie de carga convexa y deficiencia del material, también por concavidad del plato de cabeceo, convexidad o cuando se producen concentraciones de esfuerzos en puntos sobresalientes de las caras de aplicación de carga.



4.4 Ensayos de resistencia a la compresión con determinación del modulo de Elasticidad

Este tipo de ensayo sirve para determinar la deformación del cilindro de hormigón cuando se le aplica una carga. Al inicio del ensayo se debe realizar una pre-carga que es igual al 40% de la resistencia de diseño que se espera que tenga el hormigón. Para realizar este método de ensayo se toma como referencia a la norma ASTM C-469.



FOTO.-Cilindro ensayado a Compresión con módulo de Elasticidad.

AUTOR.- Xavier Cevallos

Es así como se carga y descarga la pre-carga para de esta manera estabilizar el deformímetro que se encuentra en los anillos que rodean al espécimen de ensayo (Como se muestran en la figura) los cuales deben estar a una distancia normalizada

y en base al perímetro del cilindro, se toman lecturas de las deformaciones cada 25 KN de carga hasta que el cilindro falle. De esta manera se garantiza una lectura correcta de la deformación, para obtener resultados sin alteraciones y confiables.

4.5 Ensayos de Flexión

Este ensayo se realiza tomando como elemento de análisis una vigueta de hormigón que son sometidas a dos cargas iguales y simétricas que son aplicadas a un tercio de la luz libre, hasta que ocurra una falla en el elemento. La práctica y realización de este método se tiene como base la norma ASTM C-78.



FOTO.-Viga sometida a Ensayo de Flexión.

AUTOR.- Xavier Cevallos

La vigueta es colocada centrada en la máquina para de esta manera poder calcular el modulo de ruptura en base a la teoría elástica ordinaria PL/db^2 , de no ser así, si la falla ocurre fuera del tercio o máximo a un 5% de la luz libre se lo calculara con la siguiente formula $3Pa/bd^2$ esta fórmula está calificada como teórica debido a que la relación esfuerzo-deformación es lineal.

Donde tenemos la siguiente nomenclatura:

P.- Carga máxima total sobre la viga

L.-Claro Libre

b.-Ancho de Viga

d.-Peralte de Viga

a.-Distancia Promedio medida sobre la superficie de tensión

CAPITULO V “COMPILACION Y COMPARACION DE RESULTADOS”

5.1 Recopilación de datos y Cálculos

Durante la realización de esta disertación para la base de datos de los cuales se partirán las comparaciones así como la recopilación de datos, se tomaron los datos obtenidos en las hojas de resultados del Laboratorio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Como se tuvo una planificación tanto para el uso de los instrumentos como para el ingreso y ensayo de las muestras, se realizó una organización de manera que no se interfiriera con las actividades del laboratorio además de la de otros estudiantes.

En los anexos se podrán observar además todos los datos de cada uno de los cilindros como de las viguetas que no han sido necesarios para la realización de graficas así como de las comparaciones posteriores.

5.2 Compilación de Resultados

Ensayos de Compresión Simple

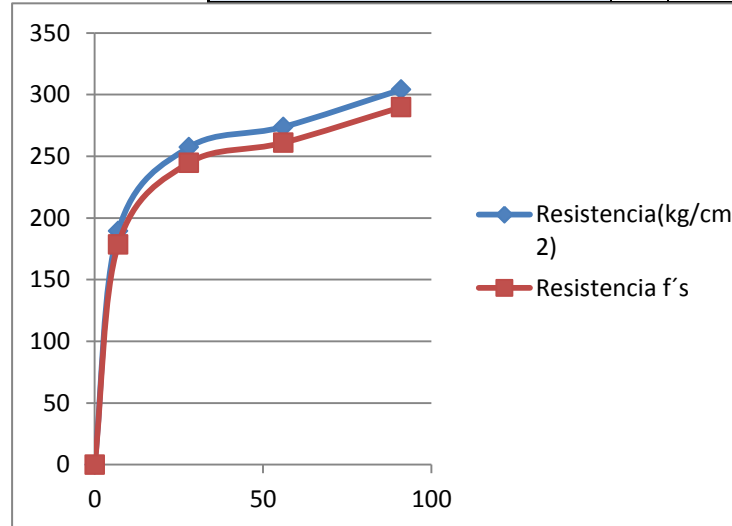
**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Días	Resist. Mpa	Resist Kg/cm2
1	7	17.8	181.56
2	7	17.9	182.58
3	7	19.4	197.88
4	7	18.2	185.64
5	7	19.5	198.9
6	28	24	244.8
7	28	26.2	267.24
8	28	24.5	249.9
9	28	26.1	266.22
10	28	25.3	258.06
11	56	26.7	272.34
12	56	27.1	276.42
13	56	18	183.6
14	56	31.5	321.3
15	56	30.9	315.18
16	91	28.8	293.76
17	91	31.3	319.26
18	91	29.9	304.98
19	91	28.7	292.74
20	91	30.3	309.06

Cilindros		
Tipo	Sin aditivo	
Curado	Normal	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

CILINDROS					
Días	0	7	28	56	91
Resistencia(kg/cm2)	0	189.31	257.24	273.77	303.96
Resistencia f's	0	178.52	244.61	260.93	289.78



Días	S
0	0.00
7	8.43
28	9.87
56	10.03
91	11.08

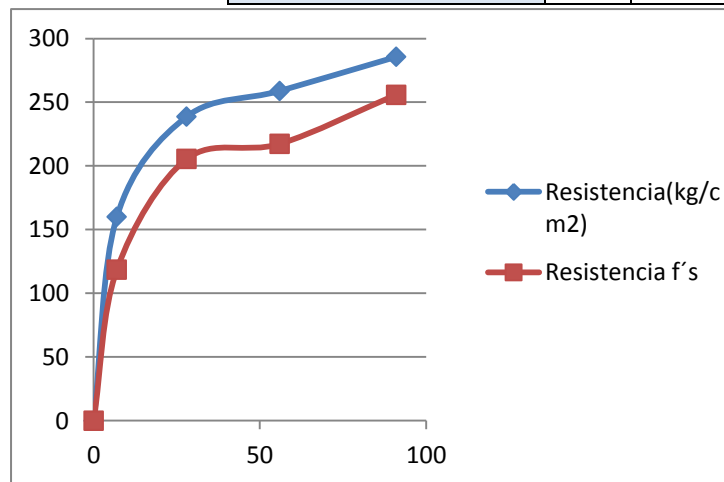
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist. Mpa	Resist Kg/cm2
21	7	15.9	162.18
22	7	10.9	111.18
23	7	19.7	200.94
24	7	15.2	155.04
25	7	16.8	171.36
26	28	25.6	261.12
27	28	23.6	240.72
28	28	27.1	276.42
29	28	25.1	256.02
30	28	25.5	260.1
31	56	26.4	269.28
32	56	20.8	212.16
33	56	22.8	232.56
34	56	22.3	227.46
35	56	24.7	251.94
36	91	27.1	276.42
37	91	24.4	248.88
38	91	29.1	296.82
39	91	29.7	302.94
40	91	29.7	302.94

Cilindros		
Tipo	Sika	
Curado	Normal	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

CILINDROS					
Dias	0	7	28	56	91
Resistencia(kg/cm2)	0	160.14	238.68	258.88	285.60
Resistencia f's	0	118.58	205.48	217.31	255.86



Días	S
0	0.00
7	32.47
28	25.94
56	32.47
91	23.24

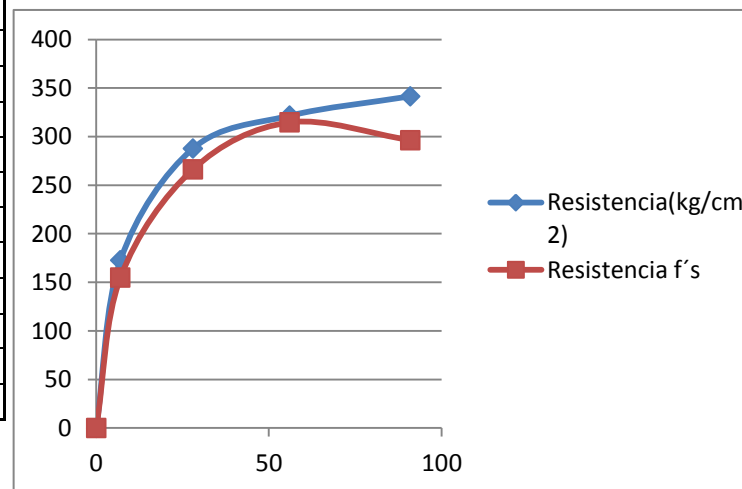
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist. Mpa	Resist Kg/cm2
41	7	17.1	174.42
42	7	15.4	157.08
43	7	18.9	192.78
44	7	15.9	162.18
45	7	17.3	176.46
46	28	27.3	278.46
47	28	31	316.2
48	28	27.4	279.48
49	28	28.3	288.66
50	28	27	275.4
51	56	31.7	323.34
52	56	31.5	321.3
53	56	31.1	317.22
54	56	31.9	325.38
55	56	31.4	320.28
56	91	32.4	330.48
57	91	32.5	331.5
58	91	29.1	296.82
59	91	38.4	391.68
60	91	35	357

Cilindros		
Tipo	Aditec	
Curado	Normal	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

CILINDROS					
Dias	0	7	28	56	91
Resistencia(kg/cm2)	0	172.58	287.64	321.50	341.50
Resistencia f's	0	154.77	266.25	314.63	296.35



Días	S
0	0.00
7	13.92
28	16.71
56	5.37
91	35.27

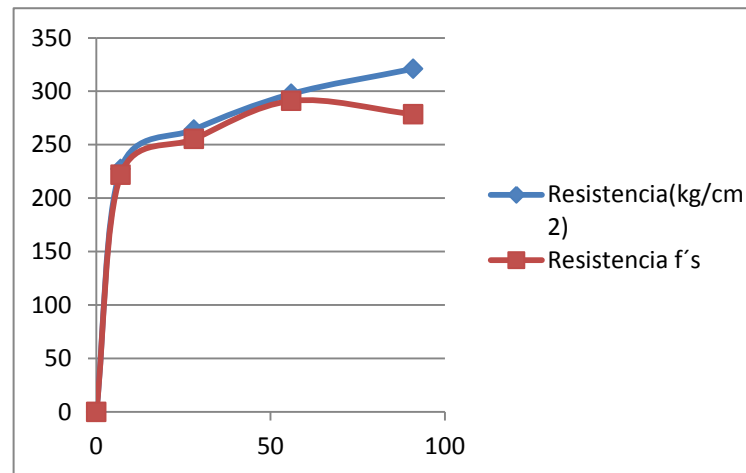
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Días	Resist. Mpa	Resist Kg/cm2
61	7	22.3	227.46
62	7	22.1	225.42
63	7	22.8	232.56
64	7	21.7	221.34
65	7	22.5	229.5
66	28	26.5	270.3
67	28	25	255
68	28	26.5	270.3
69	28	25.4	259.08
70	28	26.1	266.22
71	56	30.3	309.06
72	56	28.8	293.76
73	56	29.4	299.88
74	56	29.1	296.82
75	56	28.3	288.66
76	91	29.4	299.88
77	91	27.8	283.56
78	91	31.7	323.34
79	91	36.4	371.28
80	91	32.1	327.42

Cilindros		
Tipo	Aditec	
Curado	5% Sulf. Sodio	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

CILINDROS					
Dias	0	7	28	56	91
Resistencia(kg/cm2)	0	227.26	264.18	297.64	321.10
Resistencia f's	0	221.84	255.37	291.04	278.53



Días	S
0	0.00
7	4.23
28	6.88
56	5.16
91	33.25

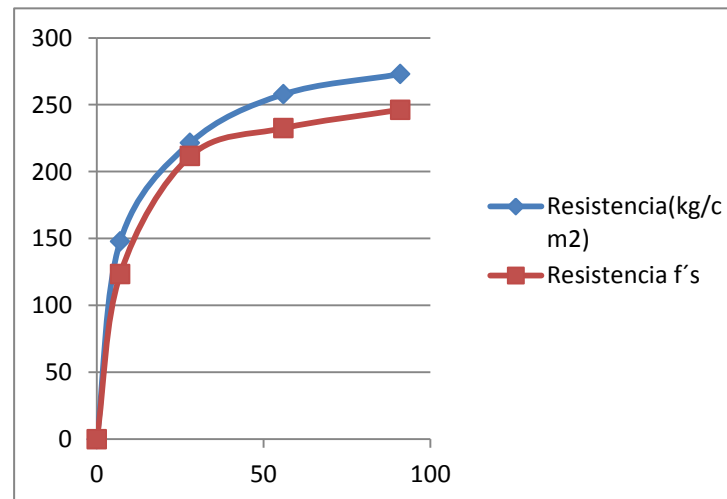
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist. Mpa	Resist Kg/cm2
81	7	16.4	167.28
82	7	15.2	155.04
83	7	15.4	157.08
84	7	11.5	117.3
85	7	14	142.8
86	28	21.8	222.36
87	28	22.8	232.56
88	28	21.1	215.22
89	28	20.9	213.18
90	28	22	224.4
91	56	22.8	232.56
92	56	23.1	235.62
93	56	19.8	201.96
94	56	31.8	324.36
95	56	28.9	294.78
96	91	29.5	300.9
97	91	24.1	245.82
98	91	27.6	281.52
99	91	27	275.4
100	91	25.6	261.12

Cilindros	
Tipo	Sika
Curado	5% Sulf.Sodio
1 Mpa	10.2 Kg/cm2

CILINDROS					
Dias	0	7	28	56	91
Resistencia(kg/cm2)	0	147.90	221.54	257.86	272.95
Resistencia f's	0	123.34	211.63	232.51	246.28



Días	S
0	0.00
7	19.19
28	7.75
56	19.80
91	20.84

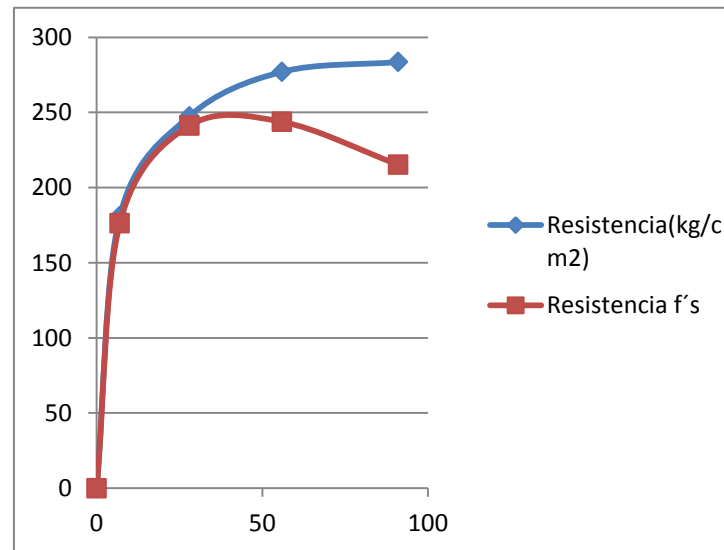
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist. Mpa	Resist Kg/cm2
101	7	17.6	179.52
102	7	17.3	176.46
103	7	18	183.6
104	7	17.6	179.52
105	7	18.2	185.64
106	28	24.5	249.9
107	28	24.1	245.82
108	28	24.9	253.98
109	28	23.6	240.72
110	28	24.2	246.84
111	56	19.8	201.96
112	56	28.9	294.78
113	56	28.2	287.64
114	56	28.6	291.72
115	56	30.3	309.06
116	91	24	244.8
117	91	33.2	338.64
118	91	21.6	220.32
119	91	33	336.6
120	91	27.2	277.44

Cilindros		
Tipo	Sika	
Curado	10 %Sulf.Sodio	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

CILINDROS					
Dias	0	7	28	56	91
Resistencia(kg/cm2)	0	180.95	247.45	277.03	283.56
Resistencia f's	0	176.28	241.15	243.73	215.27



Días	S
0	0.00
7	3.65
28	4.92
56	26.02
91	53.35

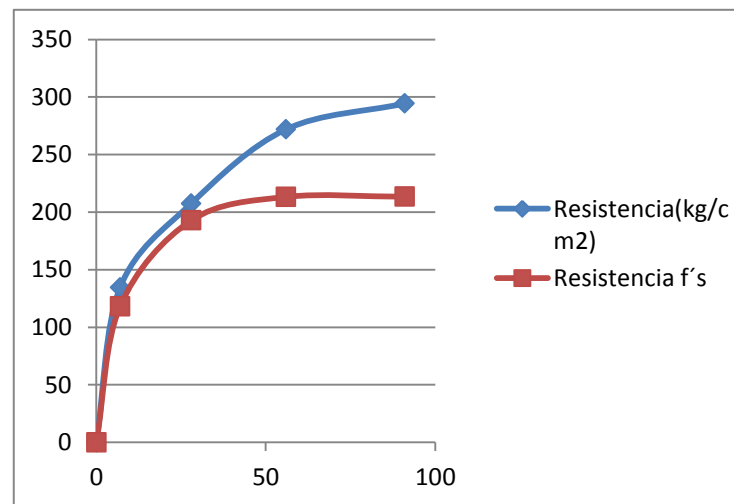
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist. Mpa	Resist Kg/cm2
121	7	14.8	150.96
122	7	13.1	133.62
123	7	11.5	117.3
124	7	12.6	128.52
125	7	13.9	141.78
126	28	21.2	216.24
127	28	18.5	188.7
128	28	21.3	217.26
129	28	20.4	208.08
130	28	20.3	207.06
131	56	29.8	303.96
132	56	23.9	243.78
133	56	25.9	264.18
134	56	28.8	293.76
135	56	24.9	253.98
136	91	18.6	189.72
137	91	28.4	289.68
138	91	30.1	307.02
139	91	32.6	332.52
140	91	34.6	352.92

Cilindros		
Tipo	Aditec	
Curado	10 %Sulf.Sodio	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

CILINDROS					
Dias	0	7	28	56	91
Resistencia(kg/cm2)	0	134.44	207.47	271.93	294.37
Resistencia f's	0	118.04	192.80	213.24	213.37



Días	S
0	0.00
7	12.81
28	11.46
56	45.85
91	63.28

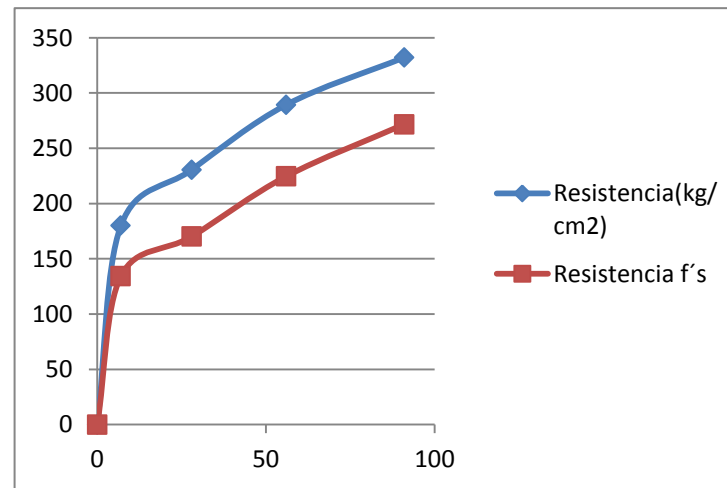
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist. Mpa	Resist Kg/cm2
141	7	20.9	213.18
142	7	12.4	126.48
143	7	20.6	210.12
144	7	16.2	165.24
145	7	18.1	184.62
146	28	17.7	180.54
147	28	18.4	187.68
148	28	19.3	196.86
149	28	17.7	180.54
150	28	19.6	199.92
151	56	23.6	240.72
152	56	23.8	242.76
153	56	23.3	237.66
154	56	23.5	239.7
155	56	23.5	239.7
156	91	26.2	267.24
157	91	31.8	324.36
158	91	32.3	329.46
159	91	33.3	339.66
160	91	39.2	399.84

Cilindros		
Tipo	Sin aditivo	
Curado	5% Sulf.Sodio	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

CILINDROS					
Dias	0	7	28	56	91
Resistencia(kg/cm2)	0	179.928	230.53	289.25	332.112
Resistencia f's	0	134.1705	170.1364	224.5571	271.6682



Días	S
0	0.00
7	35.75
28	47.18
56	50.54
91	47.22

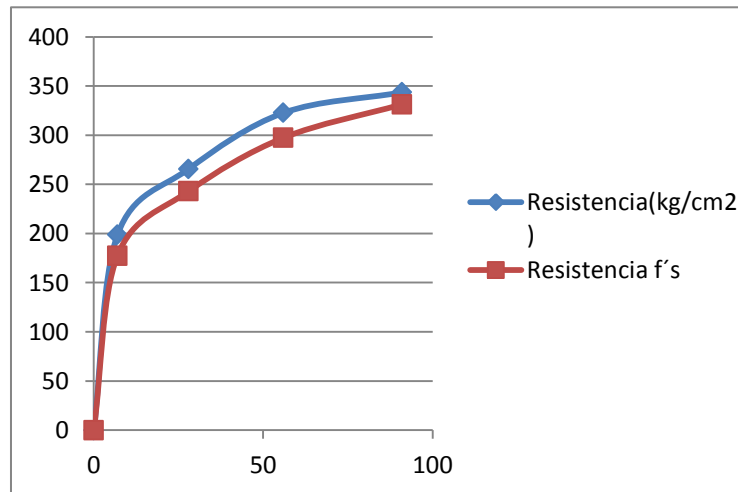
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist. Mpa	Resist Kg/cm2
161	7	20.7	211.14
162	7	21.2	216.24
163	7	19.9	202.98
164	7	17.4	177.48
165	7	18.2	185.64
166	28	24.2	246.84
167	28	25	255
168	28	25.4	259.08
169	28	28.5	290.7
170	28	27.1	276.42
171	56	28.9	294.78
172	56	22.7	231.54
173	56	33.2	338.64
174	56	35.6	363.12
175	56	37.8	385.56
176	91	34.3	349.86
177	91	33.3	339.66
178	91	33.8	344.76
179	91	32.3	329.46
180	91	34.7	353.94

Cilindros	
Tipo	Sin aditivo
Curado	10 %Sulf.Sodio
1 Mpa	10.2 Kg/cm2

CILINDROS					
Dias	0	7	28	56	91
Resistencia(kg/cm2)	0	198.696	265.608	322.728	343.536
Resistencia f's	0	177.4544	242.9454	297.384	331.3442



Días	S
0	0.00
7	16.59
28	17.71
56	19.80
91	9.52

Ensayos de Flexión

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

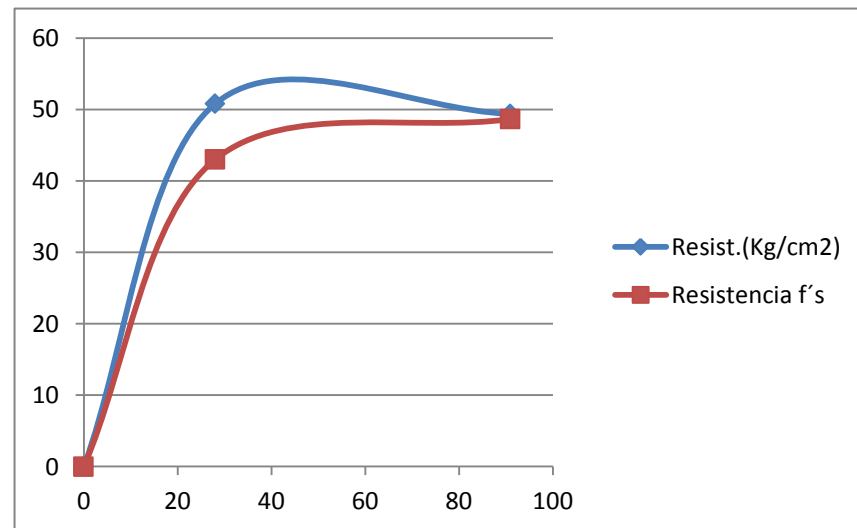
Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist.Mpa	Resist. Kg/cm2
1	28	4.5	45.9
2	28	5.1	52.02
3	28	4.3	43.86
4	28	5.8	59.16
5	28	5.2	53.04
6	91	4.8	48.96
7	91	4.8	48.96
8	91	4.9	49.98
9	91	4.9	49.98
10	91	4.8	48.96

Viguetas		
Tipo	Sin aditivo	
Curado	Normal	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

Viguetas			
Dias	0	28	91
Resist.(Kg/cm2)	0	50.796	49.368
Resistencia f's	0	43.0008	48.6512

Días	S
0	0.00
7	6.09
28	0.56



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

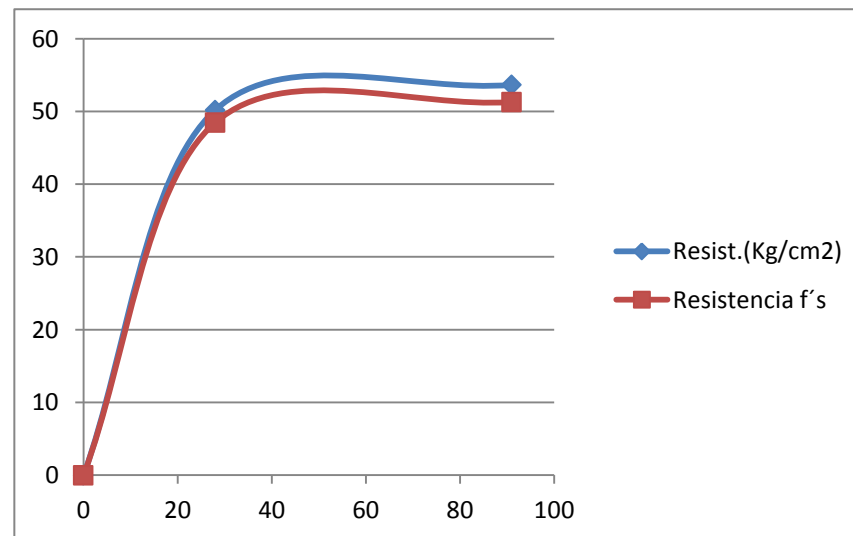
Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist.Mpa	Resist. Kg/cm2
11	28	4.8	48.96
12	28	4.8	48.96
13	28	4.9	49.98
14	28	5.1	52.02
15	28	5	51
16	91	5.2	53.04
17	91	5.3	54.06
18	91	5.5	56.1
19	91	5	51
20	91	5.3	54.06

Viguetas		
Tipo	SIKA	
Curado	Normal	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

Viguetas			
Dias	0	28	91
Resist.(Kg/cm2)	0	50.184	53.652
Resistencia f's	0	48.4816	51.284

Días	S
0	0.00
7	1.33
28	1.85



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

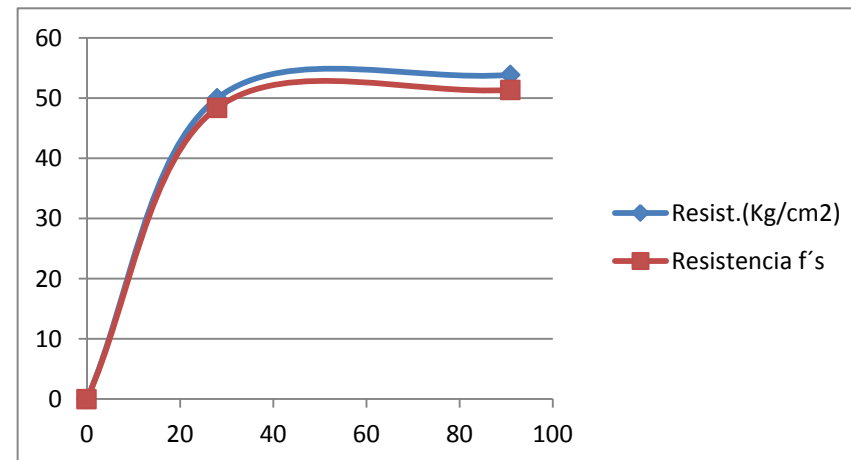
Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist.Mpa	Resist. Kg/cm2
21	28	4.9	49.98
22	28	4.9	49.98
23	28	4.8	48.96
24	28	5.1	52.02
25	28	4.8	48.96
26	91	5.3	54.06
27	91	5.2	53.04
28	91	5.5	56.1
29	91	5.4	55.08
30	91	5	51

Viguetas		
Tipo	ADITEC	
Curado	Normal	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

Viguetas			
Dias	0	28	91
Resist.(Kg/cm2)	0	49.98	53.856
Resistencia f's	0	48.38	51.3472

Días	S
0	0.00
7	1.25
28	1.96



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

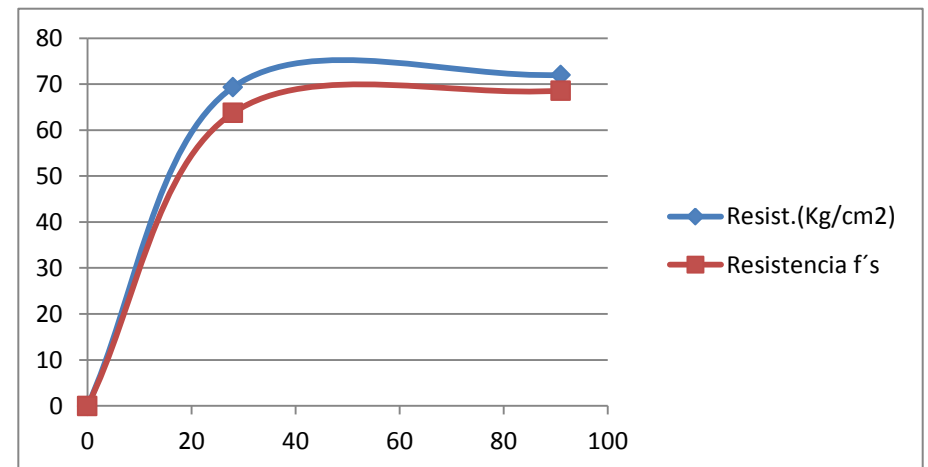
Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist.Mpa	Resist. Kg/cm2
31	28	6.7	68.34
32	28	6.2	63.24
33	28	7.4	75.48
34	28	6.9	70.38
35	28	6.8	69.36
36	91	7.1	72.42
37	91	7.3	74.46
38	91	6.7	68.34
39	91	6.9	70.38
40	91	7.3	74.46

Viguetas		
Tipo	Aditec	
Curado	5% Sulf.Sodio	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

Viguetas			
Dias	0	28	91
Resist.(Kg/cm2)	0	69.36	72.012
Resistencia f's	0	63.7536	68.6072

Días	S
0	0.00
7	4.38
28	2.66



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

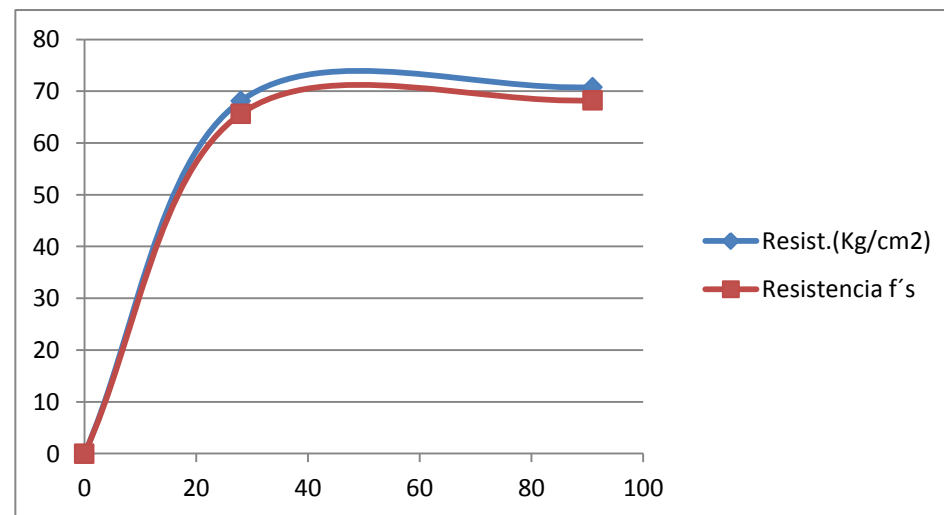
Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist.Mpa	Resist. Kg/cm2
41	28	6.6	67.32
42	28	6.8	69.36
43	28	6.4	65.28
44	28	6.9	70.38
45	28	6.7	68.34
46	91	7	71.4
47	91	6.8	69.36
48	91	6.7	68.34
49	91	7	71.4
50	91	7.2	73.44

Viguetas		
Tipo	Sika	
Curado	5% Sulf.Sodio	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

Viguetas			
Dias	0	28	91
Resist.(Kg/cm2)	0	68.136	70.788
Resistencia f's	0	65.6272	68.2408

Días	S
0	0.00
7	1.96
28	1.99



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

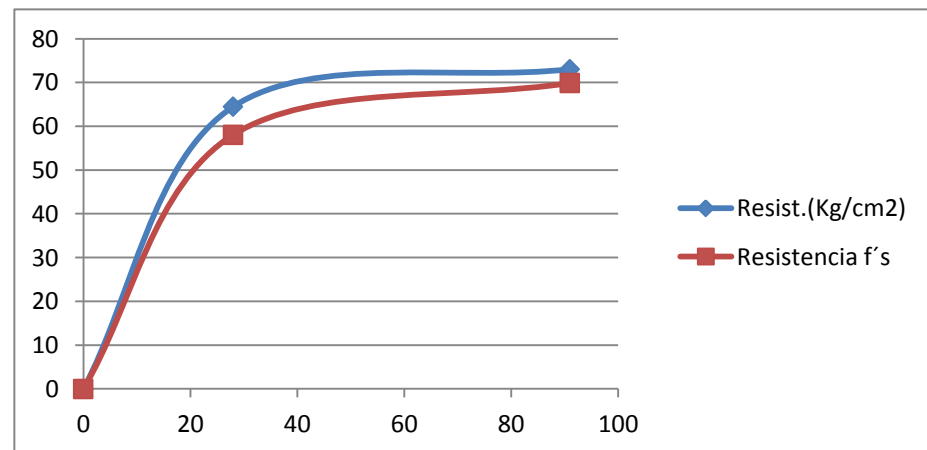
Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist.Mpa	Resist. Kg/cm2
51	28	6.5	66.3
52	28	5.5	56.1
53	28	6.8	69.36
54	28	6.5	66.3
55	28	6.3	64.26
56	91	7.3	74.46
57	91	6.9	70.38
58	91	7	71.4
59	91	7.5	76.5
60	91	7.1	72.42

Viguetas		
Tipo	Sika	
Curado	10 %Sulf.Sodio	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

Viguetas			
Dias	0	28	91
Resist.(Kg/cm2)	0	64.464	73.032
Resistencia f's	0	58.0384	69.8832

Días	S
0	0.00
7	5.02
28	2.46



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

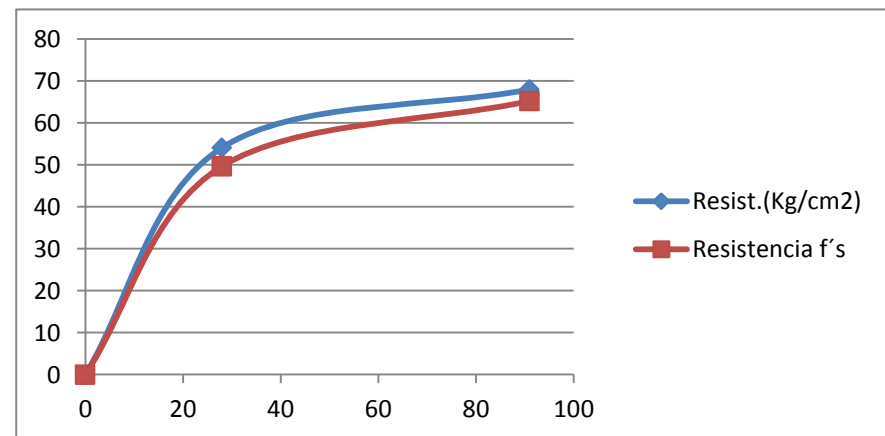
Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist.Mpa	Resist. Kg/cm2
61	28	5.7	58.14
62	28	5.1	52.02
63	28	4.9	49.98
64	28	5.2	53.04
65	28	5.6	57.12
66	91	6.8	69.36
67	91	6.7	68.34
68	91	6.7	68.34
69	91	6.3	64.26
70	91	6.8	69.36

Viguetas		
Tipo	Aditec	
Curado	10 %Sulf.Sodio	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

Viguetas			
Dias	0	28	91
Resist.(Kg/cm2)	0	54.06	67.932
Resistencia f's	0	49.6312	65.1672

Días	S
0	0.00
7	3.46
28	2.16



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

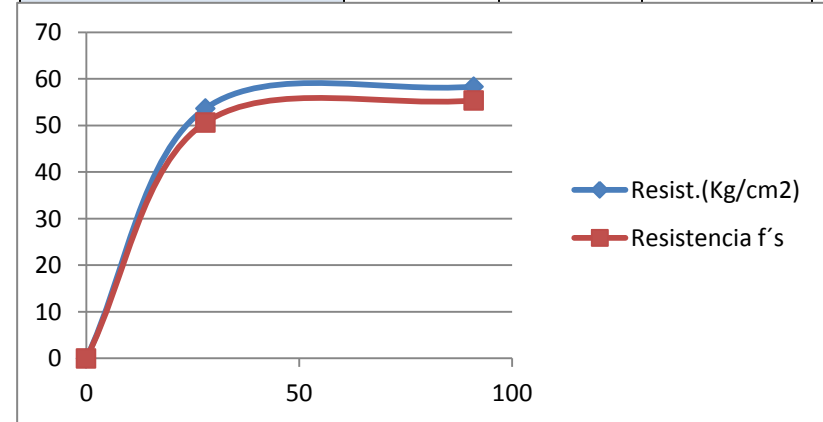
Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist.Mpa	Resist. Kg/cm2
71	28	5.2	53.04
72	28	5	51
73	28	5.5	56.1
74	28	5.5	56.1
75	28	5.1	52.02
76	91	5.8	59.16
77	91	5.6	57.12
78	91	5.8	59.16
79	91	6	61.2
80	91	5.4	55.08

Viguetas		
Tipo	Sin aditivo	
Curado	5% Sulf.Sodio	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

Días	S
0	0.00
7	2.35
28	2.33

Viguetas			
Dias	0	28	91
Resist.(Kg/cm2)	0	53.652	58.344
Resistencia f's	0	50.644	55.3616



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

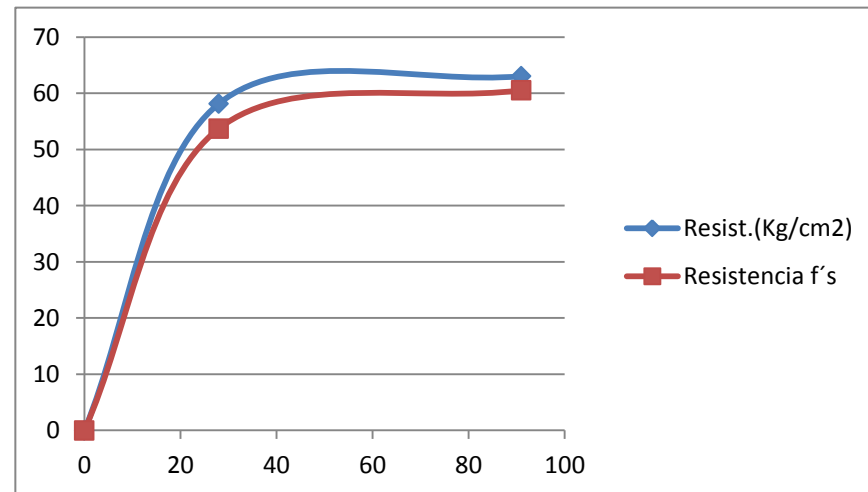
Tema de Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

Numero	Dias	Resist.Mpa	Resist. Kg/cm2
81	28	5.4	55.08
82	28	6.1	62.22
83	28	5.8	59.16
84	28	5.3	54.06
85	28	5.9	60.18
86	91	6.3	64.26
87	91	5.9	60.18
88	91	6.2	63.24
89	91	6.1	62.22
90	91	6.4	65.28

Viguetas		
Tipo	Sin aditivo	
Curado	10 %Sulf.Sodio	
1 Mpa	10.2	Kg/cm2

Viguetas			
Dias	0	28	91
Resist.(Kg/cm2)	0	58.14	63.036
Resistencia f's	0	53.7112	60.5272

Días	S
0	0.00
7	3.46
28	1.96

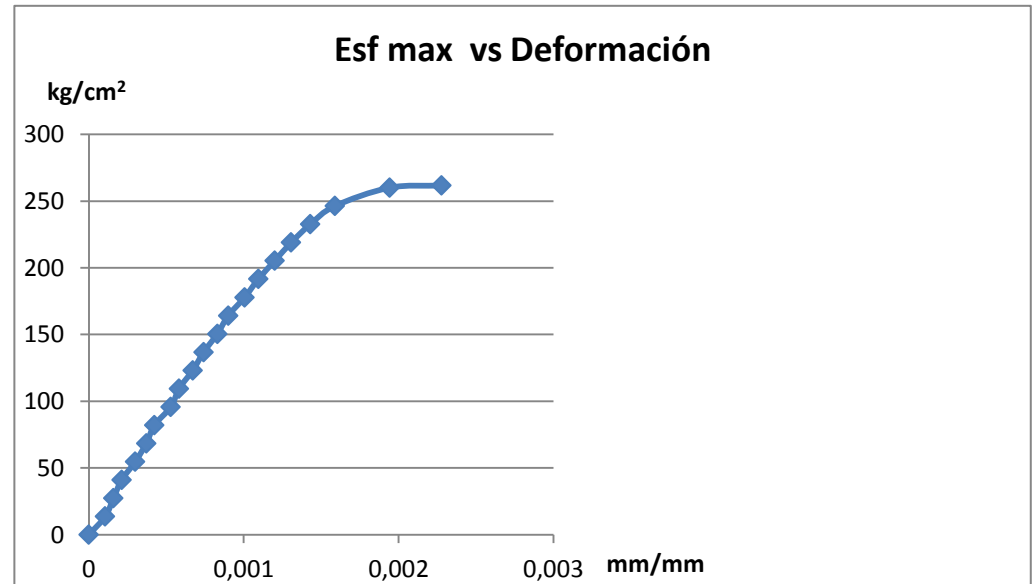


Ensayos de Compresión con Modulo de Elasticidad

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#16	masa (gr) 12010.00		eg 116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.3			er 121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.1			
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	186.27	carga máx (kg) 48742.42	Esf. Máximo kg/cm ²	261.68
Lo	176	ME (kg/cm ²) 145317.69	α	12941.2
ADITIVO:	Sin Aditivo		α (Promedio)	13242.93
CURADO:	Normal		α (Característica)	12882.42

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	1.5	0.0381	0.01865	13.686	0.000105955
5098.58	50	2.25	0.05715	0.02797	27.373	0.000158933
7647.87	75	3	0.0762	0.0373	41.059	0.00021191
10197.2	100	4.25	0.10795	0.05284	54.745	0.000300206
12746.5	125	5.25	0.13335	0.06527	68.432	0.000370843
15295.7	150	6	0.1524	0.07459	82.118	0.00042382
17845	175	7.5	0.1905	0.09324	95.805	0.000529776
20394.3	200	8.25	0.20955	0.10256	109.491	0.000582753
22943.6	225	9.5	0.2413	0.1181	123.177	0.000671049
25492.9	250	10.5	0.2667	0.13054	136.864	0.000741686
28042.2	275	11.75	0.29845	0.14608	150.550	0.000829982
30591.5	300	12.75	0.32385	0.15851	164.236	0.000900619
33140.8	325	14.25	0.36195	0.17716	177.923	0.001006574
35690.1	350	15.5	0.3937	0.1927	191.609	0.00109487
38239.4	375	17	0.4318	0.21135	205.295	0.001200825
40788.6	400	18.5	0.4699	0.22999	218.982	0.00130678
43337.9	425	20.25	0.51435	0.25175	232.668	0.001430394
45887.2	450	22.5	0.5715	0.27972	246.354	0.001589327

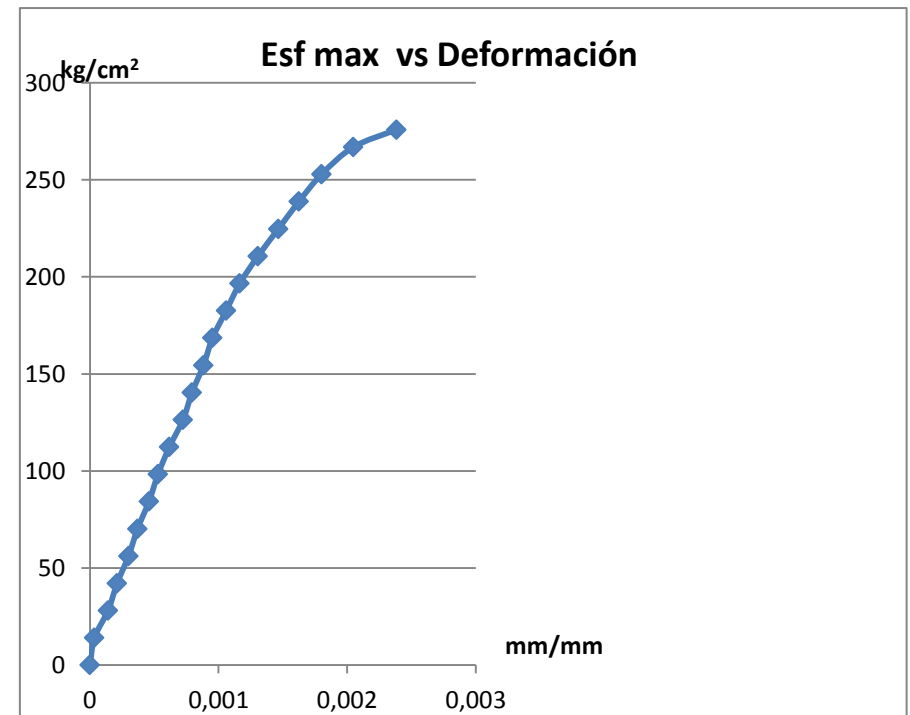


PONNTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#17	masa (gr)	11960.00	eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.1	er		121	
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.2				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	181.46	carga máx (kg)	50068.06	Esf. Máximo kg/cm ²	275.92
Lo	176	ME (kg/cm ²)	163791.22	α	13288.7
ADITIVO:	Sin Aditivo			α (Promedio)	13242.93
CURADO:	Normal			α (Característica)	12882.42

#17

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.5	0.0127	0.00622	14.049	3.53184E-05
5098.58	50	2	0.0508	0.02486	28.098	0.000141273
7647.87	75	3	0.0762	0.0373	42.147	0.00021191
10197.2	100	4.25	0.10795	0.05284	56.196	0.000300206
12746.5	125	5.25	0.13335	0.06527	70.244	0.000370843
15295.7	150	6.5	0.1651	0.08081	84.293	0.000459139
17845	175	7.5	0.1905	0.09324	98.342	0.000529776
20394.3	200	8.75	0.22225	0.10878	112.391	0.000618072
22943.6	225	10.25	0.26035	0.12743	126.440	0.000724027
25492.9	250	11.25	0.28575	0.13986	140.489	0.000794663
28042.2	275	12.5	0.3175	0.1554	154.538	0.000882959
30591.5	300	13.5	0.3429	0.16783	168.587	0.000953596
33140.8	325	15	0.381	0.18648	182.636	0.001059551
35690.1	350	16.5	0.4191	0.20513	196.685	0.001165506
38239.4	375	18.5	0.4699	0.22999	210.733	0.00130678
40788.6	400	20.75	0.52705	0.25797	224.782	0.001465713
43337.9	425	23	0.5842	0.28594	238.831	0.001624645
45887.2	450	25.5	0.6477	0.31702	252.880	0.001801237

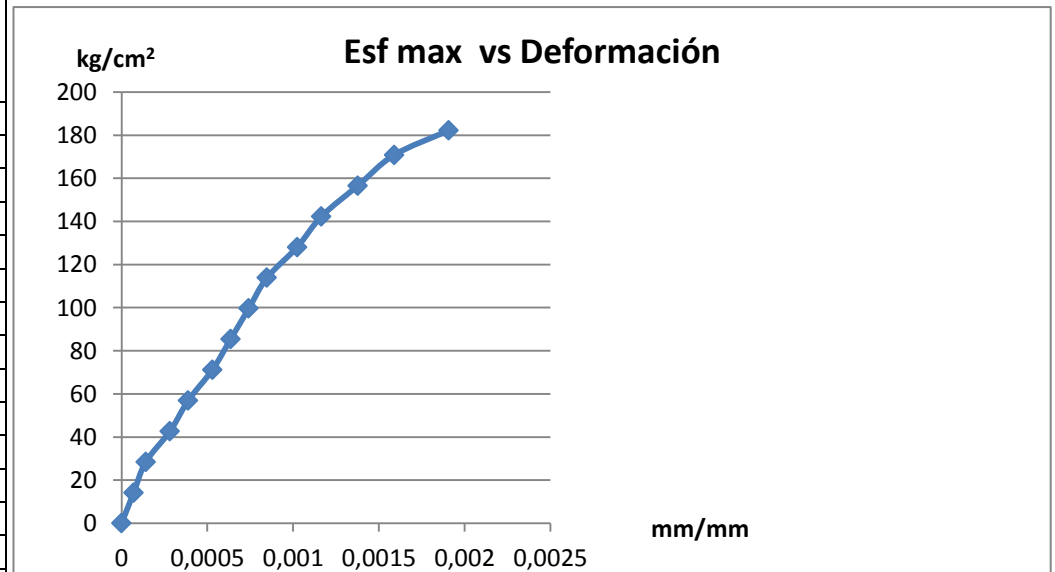


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#18	masa (gr) 12570.00		eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.2			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.1				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	179.08	carga máx (kg) 32630.91	Esf. Máximo kg/cm ²		182.22
Lo	176	ME (kg/cm ²) 111962.42	α		13498.9
ADITIVO:	Sin Aditivo		α (Promedio)		13242.93
CURADO:	Normal		α (Característica)		12882.42

#18

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	1	0.0254	0.01243	14.236	7.06367E-05
5098.58	50	2	0.0508	0.02486	28.471	0.000141273
7647.87	75	4	0.1016	0.04973	42.707	0.000282547
10197.2	100	5.5	0.1397	0.06838	56.942	0.000388502
12746.5	125	7.5	0.1905	0.09324	71.178	0.000529776
15295.7	150	9	0.2286	0.11189	85.414	0.000635731
17845	175	10.5	0.2667	0.13054	99.649	0.000741686
20394.3	200	12	0.3048	0.14918	113.885	0.000847641
22943.6	225	14.5	0.3683	0.18026	128.120	0.001024233
25492.9	250	16.5	0.4191	0.20513	142.356	0.001165506
28042.2	275	19.5	0.4953	0.24243	156.591	0.001377417
30591.5	300	22.5	0.5715	0.27972	170.827	0.001589327
32630.9	320	27	0.6858	0.33567	182.216	0.001907192

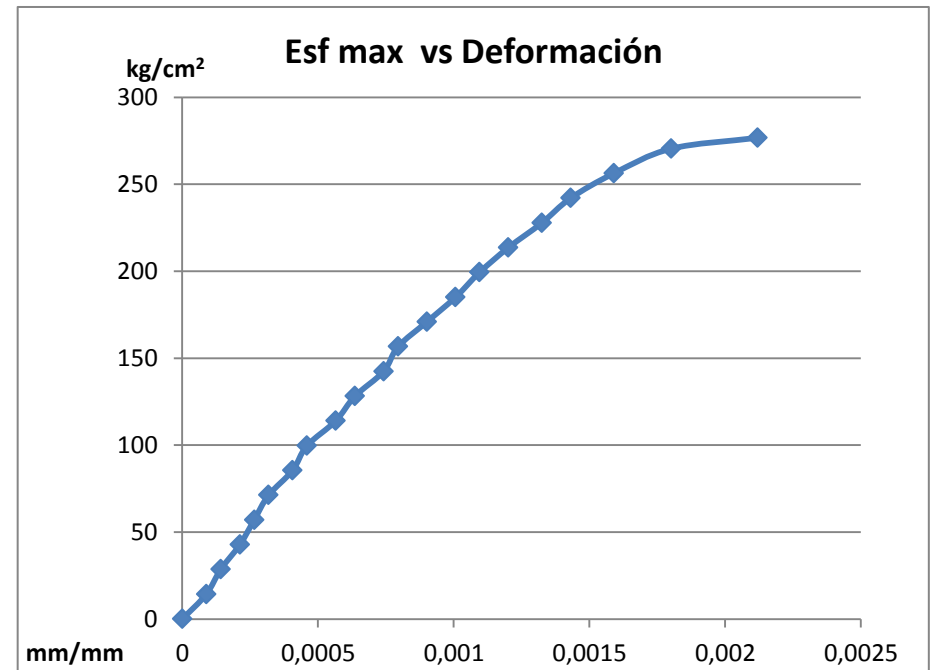


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#36	masa (gr) 12070.00	eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.40		er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.10			
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	179.08	carga máx (kg) 49558.20	Esf. Máximo kg/cm ²	276.74
Lo	176	ME (kg/cm ²) 161225.88	α	13308.4
ADITIVO:	SIKA		α (Promedio)	13481.47
CURADO:	Normal		α (Característica)	13202.52

#36

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	1.25	0.03175	0.01554	14.236	8.82959E-05
5098.58	50	2	0.0508	0.02486	28.471	0.000141273
7647.87	75	3	0.0762	0.0373	42.707	0.00021191
10197.2	100	3.75	0.09525	0.04662	56.942	0.000264888
12746.5	125	4.5	0.1143	0.05594	71.178	0.000317865
15295.7	150	5.75	0.14605	0.07148	85.414	0.000406161
17845	175	6.5	0.1651	0.08081	99.649	0.000459139
20394.3	200	8	0.2032	0.09946	113.885	0.000565094
22943.6	225	9	0.2286	0.11189	128.120	0.000635731
25492.9	250	10.5	0.2667	0.13054	142.356	0.000741686
28042.2	275	11.25	0.28575	0.13986	156.591	0.000794663
30591.5	300	12.75	0.32385	0.15851	170.827	0.000900619
33140.8	325	14.25	0.36195	0.17716	185.063	0.001006574
35690.1	350	15.5	0.3937	0.1927	199.298	0.00109487
38239.4	375	17	0.4318	0.21135	213.534	0.001200825
40788.6	400	18.75	0.47625	0.2331	227.769	0.001324439
43337.9	425	20.25	0.51435	0.25175	242.005	0.001430394
45887.2	450	22.5	0.5715	0.27972	256.241	0.001589327

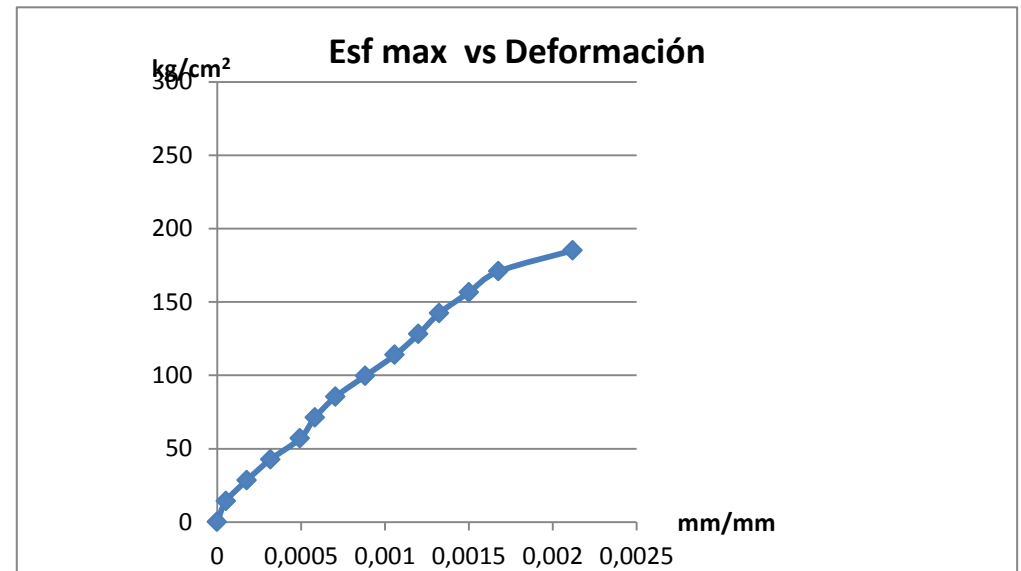


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#37	masa (gr)	12390.00	eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.20			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.10				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	179.08	carga máx (kg)	44867.50	Esf. Máximo kg/cm ²	250.55
Lo	176	ME (kg/cm ²)	100766.18	α	13409.8
ADITIVO:	SIKA			α (Promedio)	13481.47
CURADO:	Normal			α (Característica)	13202.52

#37

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.75	0.01905	0.00932	14.236	5.29776E-05
5098.58	50	2.5	0.0635	0.03108	28.471	0.000176592
7647.87	75	4.5	0.1143	0.05594	42.707	0.000317865
10197.2	100	7	0.1778	0.08702	56.942	0.000494457
12746.5	125	8.25	0.20955	0.10256	71.178	0.000582753
15295.7	150	10	0.254	0.12432	85.414	0.000706367
17845	175	12.5	0.3175	0.1554	99.649	0.000882959
20394.3	200	15	0.381	0.18648	113.885	0.001059551
22943.6	225	17	0.4318	0.21135	128.120	0.001200825
25492.9	250	18.75	0.47625	0.2331	142.356	0.001324439
28042.2	275	21.25	0.53975	0.26418	156.591	0.001501031
30591.5	300	23.75	0.60325	0.29526	170.827	0.001677623
33140.8	325	30	0.762	0.37296	185.063	0.002119102
44867.5	440				250.546	

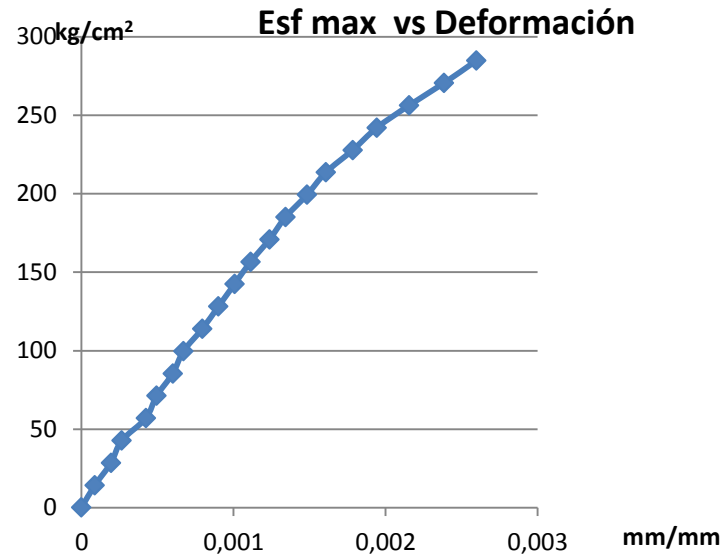


INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#38	masa (gr)	12230.00	eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.50			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.10				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	179.08	carga máx (kg)	52719.32	Esf. Máximo kg/cm ²	294.39
Lo	176	ME (kg/cm ²)	122671.87	α	13726.2
ADITIVO:	SIKA			α (Promedio)	13481.47
CURADO:	Normal			α (Característica)	13202.52

#38

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	1.25	0.03175	0.01554	14.236	8.82959E-05
5098.58	50	2.75	0.06985	0.03419	28.471	0.000194251
7647.87	75	3.75	0.09525	0.04662	42.707	0.000264888
10197.2	100	6	0.1524	0.07459	56.942	0.00042382
12746.5	125	7	0.1778	0.08702	71.178	0.000494457
15295.7	150	8.5	0.2159	0.10567	85.414	0.000600412
17845	175	9.5	0.2413	0.1181	99.649	0.000671049
20394.3	200	11.25	0.28575	0.13986	113.885	0.000794663
22943.6	225	12.75	0.32385	0.15851	128.120	0.000900619
25492.9	250	14.25	0.36195	0.17716	142.356	0.001006574
28042.2	275	15.75	0.40005	0.19581	156.591	0.001112529
30591.5	300	17.5	0.4445	0.21756	170.827	0.001236143
33140.8	325	19	0.4826	0.23621	185.063	0.001342098
35690.1	350	21	0.5334	0.26107	199.298	0.001483372
38239.4	375	22.75	0.57785	0.28283	213.534	0.001606986
40788.6	400	25.25	0.64135	0.31391	227.769	0.001783578
43337.9	425	27.5	0.6985	0.34188	242.005	0.001942511
45887.2	450	30.5	0.7747	0.37918	256.241	0.002154421

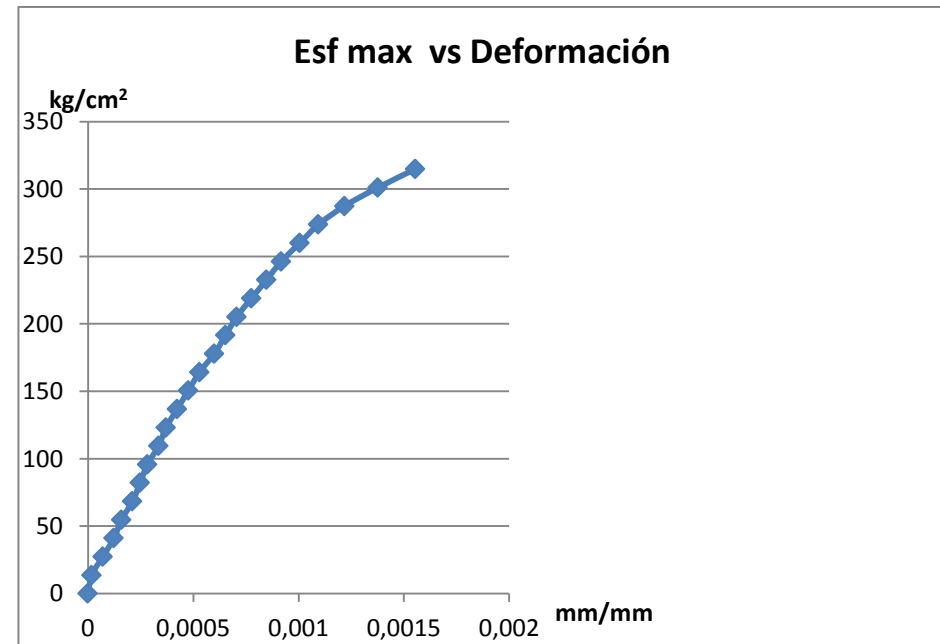


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#56	masa (gr)	12360.00	eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.5			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.1				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	186.27	carga máx (kg)	59551.41	Esf. Máximo kg/cm ²	319.71
Lo	176	ME (kg/cm ²)	221436.48	α	14304.3
ADITIVO:	ADITEC			α (Promedio)	14200.37
CURADO:	Normal			α (Característica)	13714.07

#56

Carga kg	Carga KN	DEF. DEF.	def real mm	d mm	Esf máx kg/cm ²	def unitaria mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.25	0.00635	0.00311	13.686	1.76592E-05
5098.58	50	1	0.0254	0.01243	27.373	7.06367E-05
7647.87	75	1.75	0.04445	0.02176	41.059	0.000123614
10197.2	100	2.25	0.05715	0.02797	54.745	0.000158933
12746.5	125	3	0.0762	0.0373	68.432	0.00021191
15295.7	150	3.5	0.0889	0.04351	82.118	0.000247229
17845	175	4	0.1016	0.04973	95.805	0.000282547
20394.3	200	4.75	0.12065	0.05905	109.491	0.000335525
22943.6	225	5.25	0.13335	0.06527	123.177	0.000370843
25492.9	250	6	0.1524	0.07459	136.864	0.00042382
28042.2	275	6.75	0.17145	0.08392	150.550	0.000476798
30591.5	300	7.5	0.1905	0.09324	164.236	0.000529776
33140.8	325	8.5	0.2159	0.10567	177.923	0.000600412
35690.1	350	9.25	0.23495	0.115	191.609	0.00065339
38239.4	375	10	0.254	0.12432	205.295	0.000706367
40788.6	400	11	0.2794	0.13675	218.982	0.000777004
43337.9	425	12	0.3048	0.14918	232.668	0.000847641
45887.2	450	13	0.3302	0.16162	246.354	0.000918278

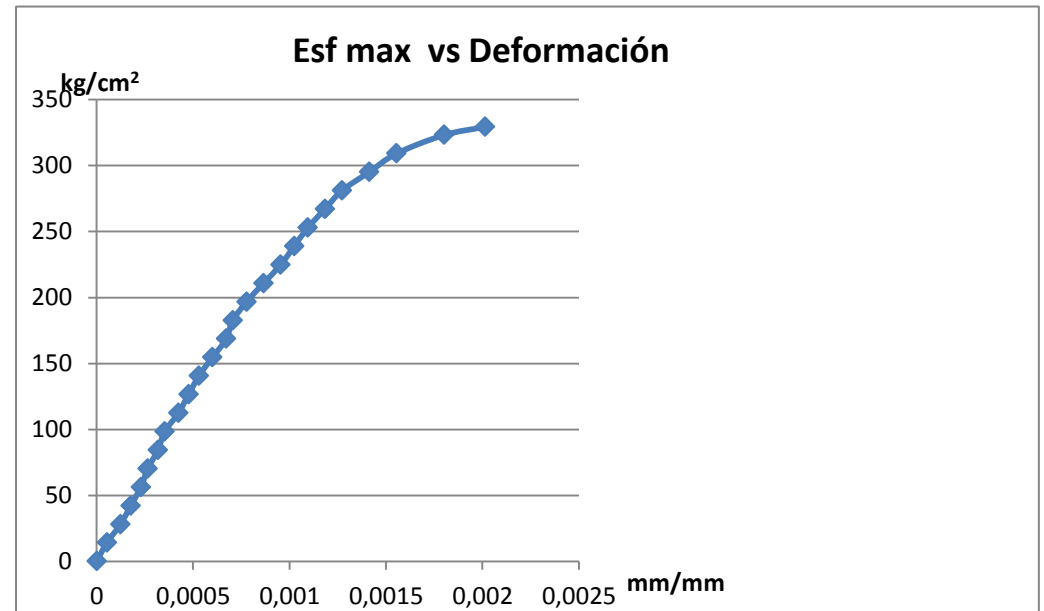


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#57	masa (gr)	12410.00	eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.1			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.2				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	181.46	carga máx (kg)	59755.36	Esf. Máximo kg/cm ²	329.31
Lo	176	ME (kg/cm ²)	232037.56	α	14517.5
ADITIVO:	ADITEC			α (Promedio)	14200.37
CURADO:	Normal			α (Característica)	13714.07

#57

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.75	0.01905	0.00932	14.049	5.29776E-05
5098.58	50	1.75	0.04445	0.02176	28.098	0.000123614
7647.87	75	2.5	0.0635	0.03108	42.147	0.000176592
10197.2	100	3.25	0.08255	0.0404	56.196	0.000229569
12746.5	125	3.75	0.09525	0.04662	70.244	0.000264888
15295.7	150	4.5	0.1143	0.05594	84.293	0.000317865
17845	175	5	0.127	0.06216	98.342	0.000353184
20394.3	200	6	0.1524	0.07459	112.391	0.00042382
22943.6	225	6.75	0.17145	0.08392	126.440	0.000476798
25492.9	250	7.5	0.1905	0.09324	140.489	0.000529776
28042.2	275	8.5	0.2159	0.10567	154.538	0.000600412
30591.5	300	9.5	0.2413	0.1181	168.587	0.000671049
33140.8	325	10	0.254	0.12432	182.636	0.000706367
35690.1	350	11	0.2794	0.13675	196.685	0.000777004
38239.4	375	12.25	0.31115	0.15229	210.733	0.0008653
40788.6	400	13.5	0.3429	0.16783	224.782	0.000953596
43337.9	425	14.5	0.3683	0.18026	238.831	0.001024233
45887.2	450	15.5	0.3937	0.1927	252.880	0.00109487

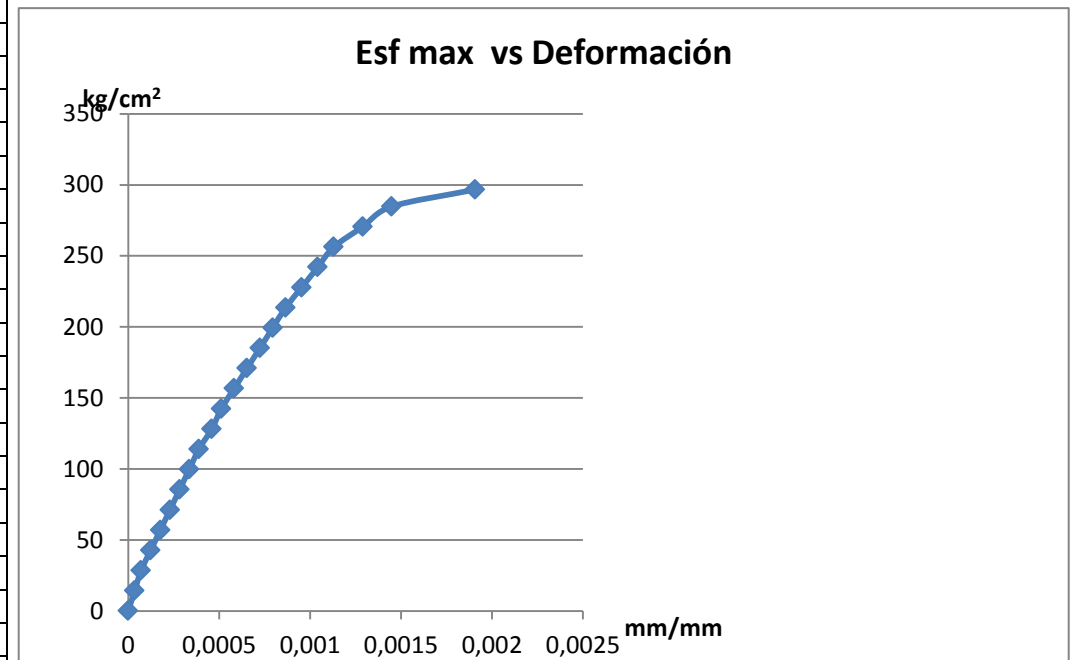


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#58	masa (gr)	12320.00	eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.5			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.1				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	179.08	carga máx (kg)	53127.20	Esf. Máximo kg/cm ²	296.67
Lo	176	ME (kg/cm ²)	230322.69	α	13779.3
ADITIVO:	ADITEC			α (Promedio)	14200.37
CURADO:	Normal			α (Característica)	13714.07

#58

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.5	0.0127	0.00622	14.236	3.53184E-05
5098.58	50	1	0.0254	0.01243	28.471	7.06367E-05
7647.87	75	1.75	0.04445	0.02176	42.707	0.000123614
10197.2	100	2.5	0.0635	0.03108	56.942	0.000176592
12746.5	125	3.25	0.08255	0.0404	71.178	0.000229569
15295.7	150	4	0.1016	0.04973	85.414	0.000282547
17845	175	4.75	0.12065	0.05905	99.649	0.000335525
20394.3	200	5.5	0.1397	0.06838	113.885	0.000388502
22943.6	225	6.5	0.1651	0.08081	128.120	0.000459139
25492.9	250	7.25	0.18415	0.09013	142.356	0.000512116
28042.2	275	8.25	0.20955	0.10256	156.591	0.000582753
30591.5	300	9.25	0.23495	0.115	170.827	0.00065339
33140.8	325	10.25	0.26035	0.12743	185.063	0.000724027
35690.1	350	11.25	0.28575	0.13986	199.298	0.000794663
38239.4	375	12.25	0.31115	0.15229	213.534	0.0008653
40788.6	400	13.5	0.3429	0.16783	227.769	0.000953596
43337.9	425	14.75	0.37465	0.18337	242.005	0.001041892
45887.2	450	16	0.4064	0.19891	256.241	0.001130188

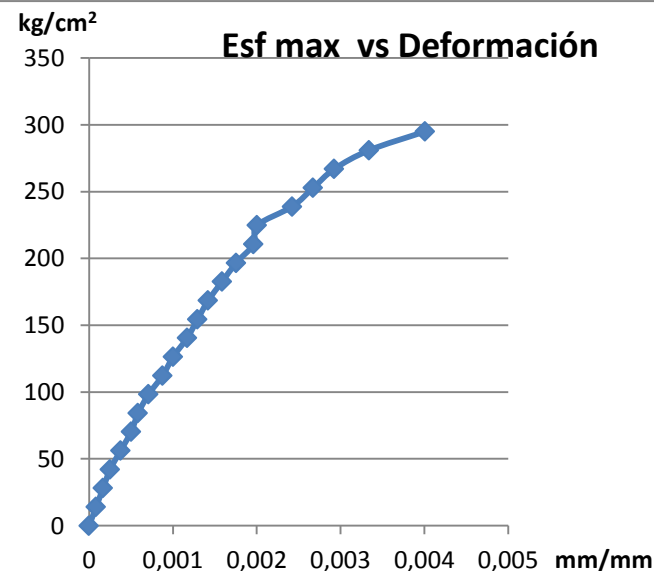


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#76	masa (gr) 12340.00		eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.10			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.20				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	181.46	carga máx (kg) 54452.83	Esf. Máximo kg/cm ²		300.08
Lo	176	ME (kg/cm ²) 100886.56	α		13858.3
ADITIVO:	ADITEC		α (Promedio)		13903.07
CURADO:	5% Sulfato de Sodio		α (Característica)		13309.82

#76

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.5	0.0127	0.006216	14.049	8.35526E-05
5098.58	50	1	0.0254	0.012432	28.098	0.000167105
7647.87	75	1.5	0.0381	0.018648	42.147	0.000250658
10197.16	100	2.25	0.05715	0.027972	56.196	0.000375987
12746.45	125	3	0.0762	0.037296	70.244	0.000501316
15295.74	150	3.5	0.0889	0.043512	84.293	0.000584868
17845.03	175	4.25	0.10795	0.052836	98.342	0.000710197
20394.32	200	5.25	0.13335	0.065268	112.391	0.000877303
22943.61	225	6	0.1524	0.074592	126.440	0.001002632
25492.9	250	7	0.1778	0.087024	140.489	0.001169737
28042.19	275	7.75	0.19685	0.096349	154.538	0.001295066
30591.48	300	8.5	0.2159	0.105673	168.587	0.001420395
33140.77	325	9.5	0.2413	0.118105	182.636	0.0015875
35690.06	350	10.5	0.2667	0.130537	196.685	0.001754605
38239.35	375	11.75	0.29845	0.146077	210.733	0.001963487
40788.64	400	12	0.3048	0.149185	224.782	0.002005263
43337.93	425	14.5	0.3683	0.180265	238.831	0.002423026
45887.22	450	16	0.4064	0.198913	252.880	0.002673684

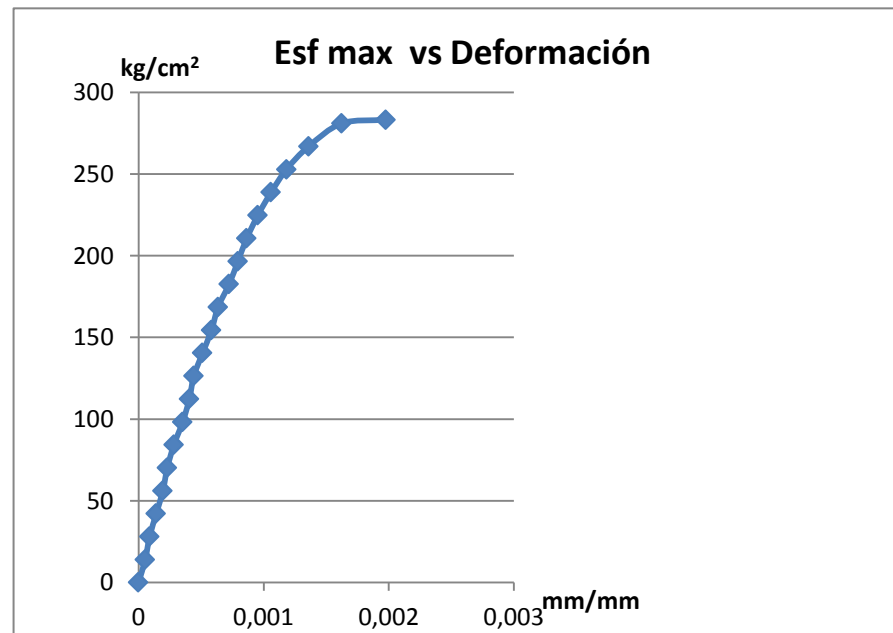


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#77	masa (gr)	12010.00		
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.20			eg	116
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.20			er	121
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	181.46	carga máx (kg)	51393.69	Esf. Máximo kg/cm ²	283.23
Lo	176	ME (kg/cm ²)	192031.08	α	13463.6
ADITIVO:	ADITEC			α (Promedio)	13903.07
CURADO:	5% Sulfato de Sodio			α (Característica)	13309.82

#77

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.75	0.01905	0.009324	14.049	5.29776E-05
5098.58	50	1.25	0.03175	0.01554	28.098	8.82959E-05
7647.87	75	2	0.0508	0.024864	42.147	0.000141273
10197.16	100	2.75	0.06985	0.034188	56.196	0.000194251
12746.45	125	3.25	0.08255	0.040404	70.244	0.000229569
15295.74	150	4	0.1016	0.049728	84.293	0.000282547
17845.03	175	5	0.127	0.06216	98.342	0.000353184
20394.32	200	5.75	0.14605	0.071484	112.391	0.000406161
22943.61	225	6.25	0.15875	0.0777	126.440	0.00044148
25492.9	250	7.25	0.18415	0.090132	140.489	0.000512116
28042.19	275	8.25	0.20955	0.102565	154.538	0.000582753
30591.48	300	9	0.2286	0.111889	168.587	0.000635731
33140.77	325	10.25	0.26035	0.127429	182.636	0.000724027
35690.06	350	11.25	0.28575	0.139861	196.685	0.000794663
38239.35	375	12.25	0.31115	0.152293	210.733	0.0008653
40788.64	400	13.5	0.3429	0.167833	224.782	0.000953596
43337.93	425	15	0.381	0.186481	238.831	0.001059551
45887.22	450	16.75	0.42545	0.208237	252.880	0.001183166

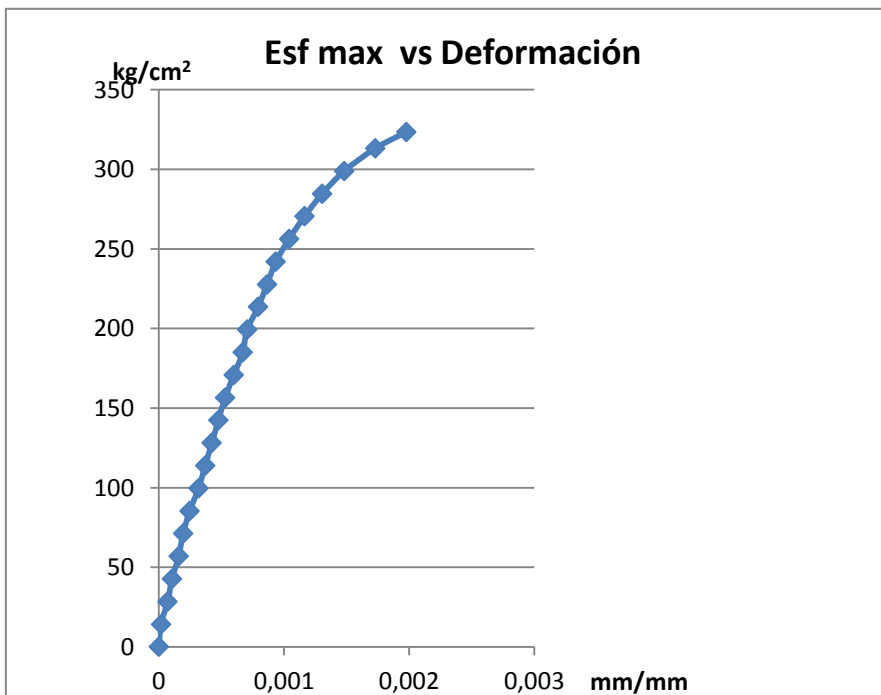


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#78	masa (gr)	12310.00	eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.10			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.10				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	179.08	carga máx (kg)	57919.87	Esf. Máximo kg/cm ²	323.43
Lo	176	ME (kg/cm ²)	251915.44	α	14387.3
ADITIVO:	ADITEC			α (Promedio)	13903.07
CURADO:	5% Sulfato de Sodio			α (Característica)	13309.82

#78

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.25	0.00635	0.003108	14.236	1.76592E-05
5098.58	50	1	0.0254	0.012432	28.471	7.06367E-05
7647.87	75	1.5	0.0381	0.018648	42.707	0.000105955
10197.16	100	2.25	0.05715	0.027972	56.942	0.000158933
12746.45	125	2.75	0.06985	0.034188	71.178	0.000194251
15295.74	150	3.5	0.0889	0.043512	85.414	0.000247229
17845.03	175	4.5	0.1143	0.055944	99.649	0.000317865
20394.32	200	5.25	0.13335	0.065268	113.885	0.000370843
22943.61	225	6	0.1524	0.074592	128.120	0.00042382
25492.9	250	6.75	0.17145	0.083916	142.356	0.000476798
28042.19	275	7.5	0.1905	0.093241	156.591	0.000529776
30591.48	300	8.5	0.2159	0.105673	170.827	0.000600412
33140.77	325	9.5	0.2413	0.118105	185.063	0.000671049
35690.06	350	10	0.254	0.124321	199.298	0.000706367
38239.35	375	11.25	0.28575	0.139861	213.534	0.000794663
40788.64	400	12.25	0.31115	0.152293	227.769	0.0008653
43337.93	425	13.25	0.33655	0.164725	242.005	0.000935937
45887.22	450	14.75	0.37465	0.183373	256.241	0.001041892

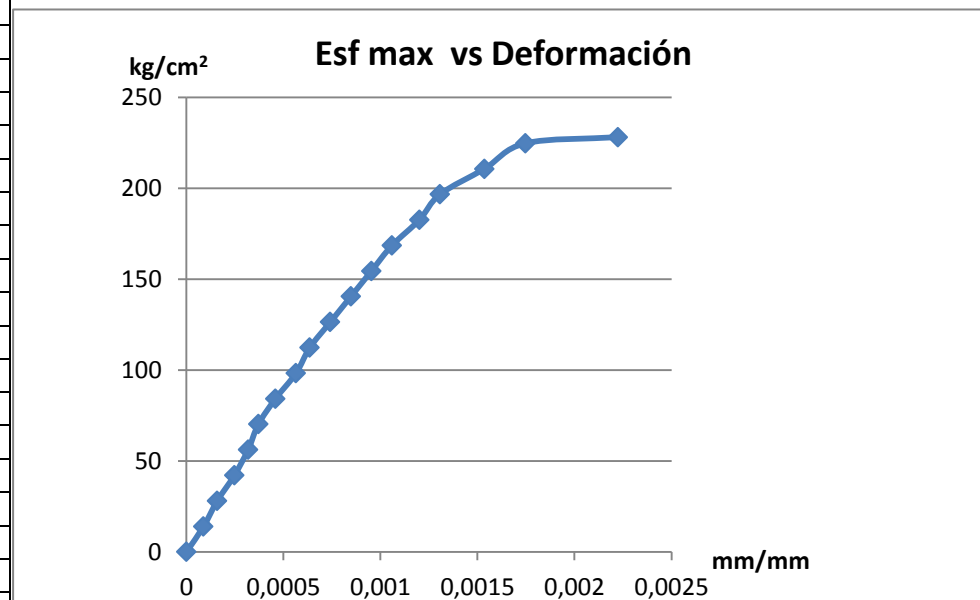


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#96	masa (gr)	11870.00	eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	29.80			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.20				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	181.46	carga máx (kg)	41400.47	Esf. Máximo kg/cm ²	228.15
Lo	176	ME (kg/cm ²)	132592.89	α	14050.8
ADITIVO:	SIKA			α (Promedio)	14045.97
CURADO:	5 % Sulfato de Sodio			α (Característica)	13797.53

#96

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	1.25	0.03175	0.01554	14.049	8.82959E-05
5098.58	50	2.25	0.05715	0.027972	28.098	0.000158933
7647.87	75	3.5	0.0889	0.043512	42.147	0.000247229
10197.16	100	4.5	0.1143	0.055944	56.196	0.000317865
12746.45	125	5.25	0.13335	0.065268	70.244	0.000370843
15295.74	150	6.5	0.1651	0.080808	84.293	0.000459139
17845.03	175	8	0.2032	0.099457	98.342	0.000565094
20394.32	200	9	0.2286	0.111889	112.391	0.000635731
22943.61	225	10.5	0.2667	0.130537	126.440	0.000741686
25492.9	250	12	0.3048	0.149185	140.489	0.000847641
28042.19	275	13.5	0.3429	0.167833	154.538	0.000953596
30591.48	300	15	0.381	0.186481	168.587	0.001059551
33140.77	325	17	0.4318	0.211345	182.636	0.001200825
35690.06	350	18.5	0.4699	0.229993	196.685	0.00130678
38239.35	375	21.75	0.55245	0.270397	210.733	0.001536349
40788.64	400	24.75	0.62865	0.307694	224.782	0.001748259
41400.47	406	31.5	0.8001	0.39161	228.154	0.002225058

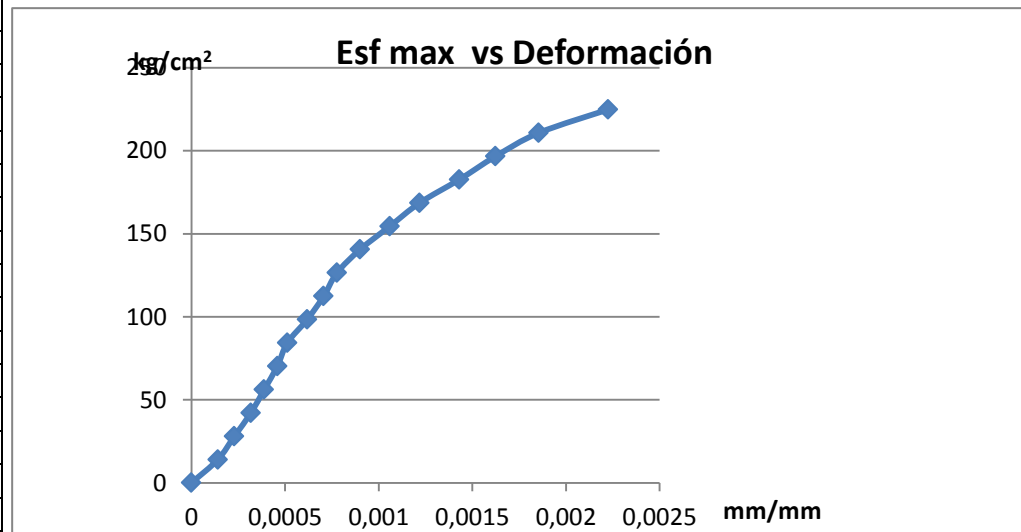


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#97	masa (gr)	12050.00	eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.00			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.20				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	181.46	carga máx (kg)	42114.27	Esf. Máximo kg/cm ²	232.09
Lo	176	ME (kg/cm ²)	67913.43	α	13849.5
ADITIVO:	SIKA			α (Promedio)	14045.97
CURADO:	5 % Sulfato de Sodio			α (Característica)	13797.53

#97

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real mm	d mm	Esf máx kg/cm ²	def unitaria mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	2	0.0508	0.024864	14.049	0.000141273
5098.58	50	3.25	0.08255	0.040404	28.098	0.000229569
7647.87	75	4.5	0.1143	0.055944	42.147	0.000317865
10197.16	100	5.5	0.1397	0.068376	56.196	0.000388502
12746.45	125	6.5	0.1651	0.080808	70.244	0.000459139
15295.74	150	7.25	0.18415	0.090132	84.293	0.000512116
17845.03	175	8.75	0.22225	0.108781	98.342	0.000618072
20394.32	200	10	0.254	0.124321	112.391	0.000706367
22943.61	225	11	0.2794	0.136753	126.440	0.000777004
25492.9	250	12.75	0.32385	0.158509	140.489	0.000900619
28042.19	275	15	0.381	0.186481	154.538	0.001059551
30591.48	300	17.25	0.43815	0.214453	168.587	0.001218484
33140.77	325	20.25	0.51435	0.251749	182.636	0.001430394
35690.06	350	23	0.5842	0.285938	196.685	0.001624645
38239.35	375	26.25	0.66675	0.326342	210.733	0.001854215
40788.64	400	31.5	0.8001	0.39161	224.782	0.002225058
42114.27	413				232.088	

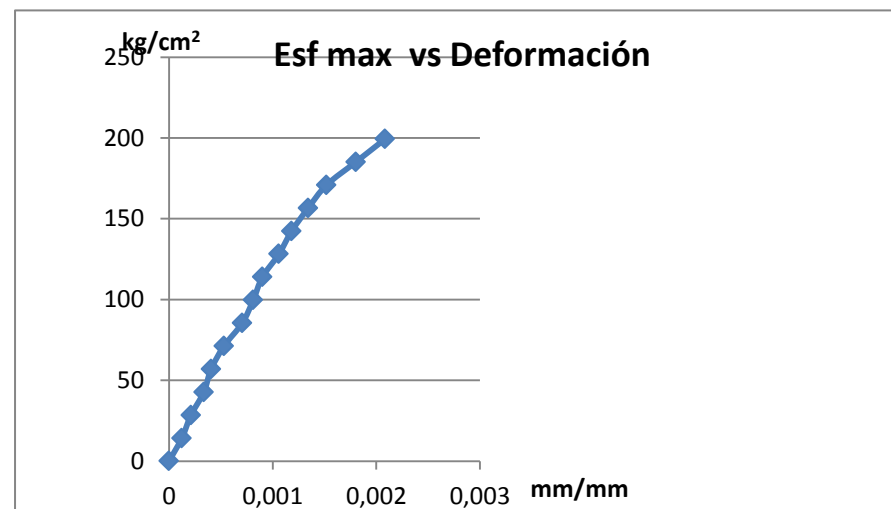


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#98	masa (gr) 12190.00		eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.10			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.10				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	179.08	carga máx (kg) 36301.89	Esf. Máximo kg/cm ²		202.71
Lo	176	ME (kg/cm ²) 100766.18	α		14237.6
ADITIVO:	SIKA		α (Promedio)		14045.97
CURADO:	5 % Sulfato de Sodio		α (Característica)		13797.53

#98

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	1.75	0.04445	0.021756	14.236	0.000123614
5098.58	50	3	0.0762	0.037296	28.471	0.00021191
7647.87	75	4.75	0.12065	0.059052	42.707	0.000335525
10197.16	100	5.75	0.14605	0.071484	56.942	0.000406161
12746.45	125	7.5	0.1905	0.093241	71.178	0.000529776
15295.74	150	10	0.254	0.124321	85.414	0.000706367
17845.03	175	11.5	0.2921	0.142969	99.649	0.000812323
20394.32	200	12.75	0.32385	0.158509	113.885	0.000900619
22943.61	225	15	0.381	0.186481	128.120	0.001059551
25492.9	250	16.75	0.42545	0.208237	142.356	0.001183166
28042.19	275	19	0.4826	0.236209	156.591	0.001342098
30591.48	300	21.5	0.5461	0.267289	170.827	0.00151869
33140.77	325	25.5	0.6477	0.317018	185.063	0.001801237
35690.06	350	29.5	0.7493	0.366746	199.298	0.002083784
36301.89	356				202.715	

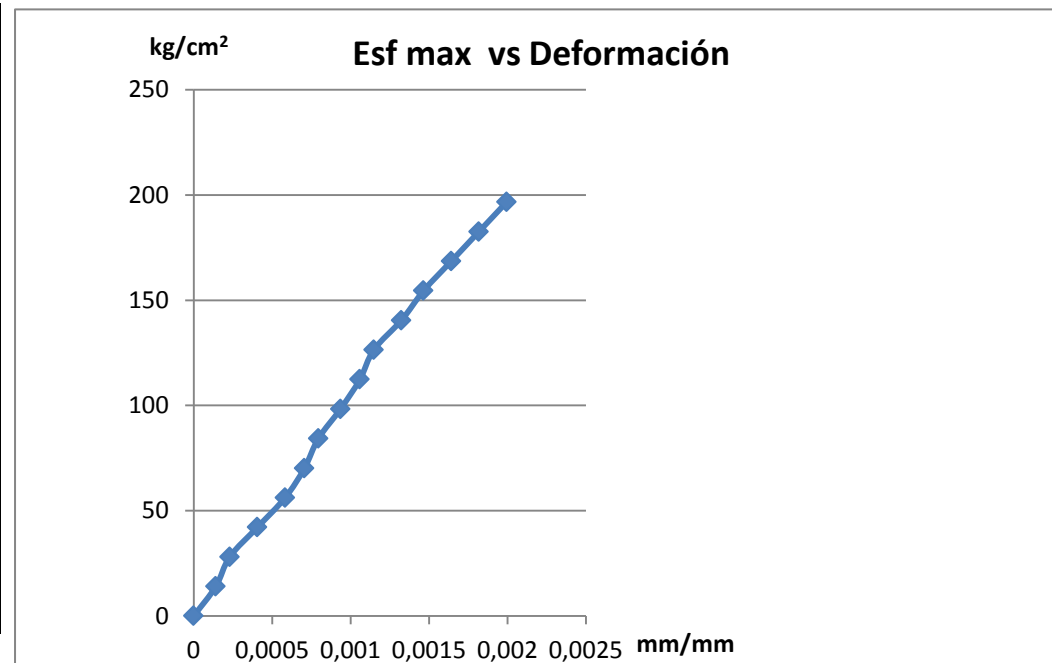


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#116	masa (gr) 12150.00		eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.20			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.20				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	181.46	carga máx (kg) 36607.80	Esf. Máximo kg/cm ²		201.74
Lo	176	ME (kg/cm ²) 117860.35	α		14203.5
ADITIVO:	SIKA		α (Promedio)		14050.87
CURADO:	10 % Sulfato de Sodio		α (Característica)		13788.41

#116

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	2	0.0508	0.024864	14.049	0.000141273
5098.58	50	3.25	0.08255	0.040404	28.098	0.000229569
7647.87	75	5.75	0.14605	0.071484	42.147	0.000406161
10197.16	100	8.25	0.20955	0.102565	56.196	0.000582753
12746.45	125	10	0.254	0.124321	70.244	0.000706367
15295.74	150	11.25	0.28575	0.139861	84.293	0.000794663
17845.03	175	13.25	0.33655	0.164725	98.342	0.000935937
20394.32	200	15	0.381	0.186481	112.391	0.001059551
22943.61	225	16.25	0.41275	0.202021	126.440	0.001147847
25492.9	250	18.75	0.47625	0.233101	140.489	0.001324439
28042.19	275	20.75	0.52705	0.257965	154.538	0.001465713
30591.48	300	23.25	0.59055	0.289046	168.587	0.001642304
33140.77	325	25.75	0.65405	0.320126	182.636	0.001818896
35690.06	350	28.25	0.71755	0.351206	196.685	0.001995488
36607.8	359				201.742	

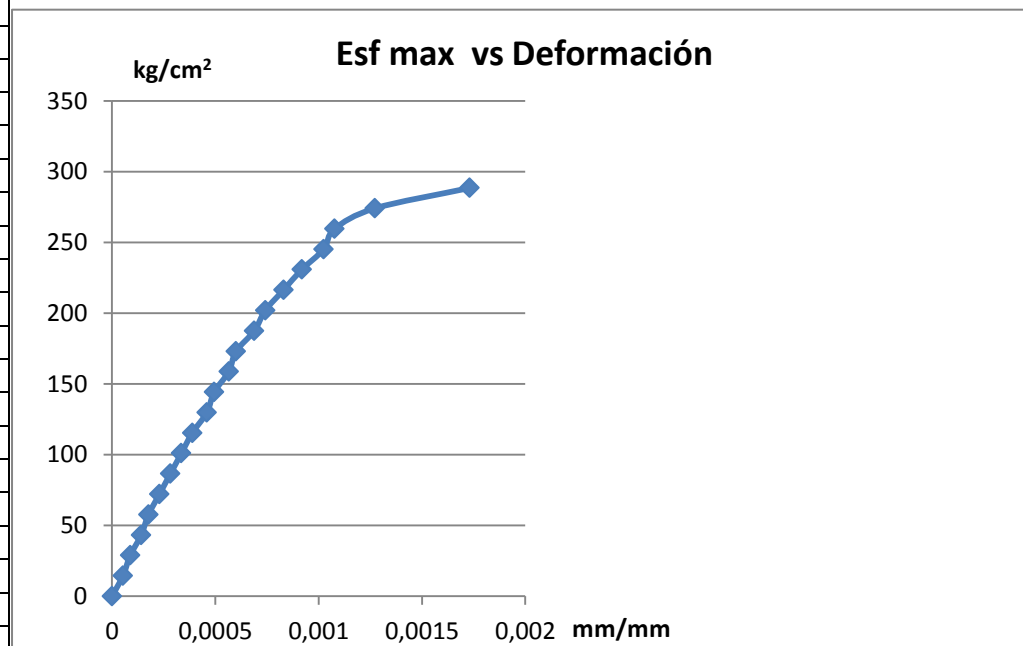


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#117	masa (gr) 11870.00	eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.10		er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.00			
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	176.71	carga máx (kg) 52719.32	Esf. Máximo kg/cm ²	298.33
Lo	176	ME (kg/cm ²) 272304.54	α	13817.8
ADITIVO:	SIKA		α (Promedio)	14050.87
CURADO:	10 % Sulfato de Sodio		α (Característica)	13788.41

#117

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.75	0.01905	0.009324	14.426	5.29776E-05
5098.58	50	1.25	0.03175	0.01554	28.852	8.82959E-05
7647.87	75	2	0.0508	0.024864	43.278	0.000141273
10197.16	100	2.5	0.0635	0.03108	57.704	0.000176592
12746.45	125	3.25	0.08255	0.040404	72.130	0.000229569
15295.74	150	4	0.1016	0.049728	86.556	0.000282547
17845.03	175	4.75	0.12065	0.059052	100.982	0.000335525
20394.32	200	5.5	0.1397	0.068376	115.408	0.000388502
22943.61	225	6.5	0.1651	0.080808	129.834	0.000459139
25492.9	250	7	0.1778	0.087024	144.260	0.000494457
28042.19	275	8	0.2032	0.099457	158.686	0.000565094
30591.48	300	8.5	0.2159	0.105673	173.112	0.000600412
33140.77	325	9.75	0.24765	0.121213	187.538	0.000688708
35690.06	350	10.5	0.2667	0.130537	201.964	0.000741686
38239.35	375	11.75	0.29845	0.146077	216.390	0.000829982
40788.64	400	13	0.3302	0.161617	230.816	0.000918278
43337.93	425	14.5	0.3683	0.180265	245.243	0.001024233
45887.22	450	15.25	0.38735	0.189589	259.669	0.00107721

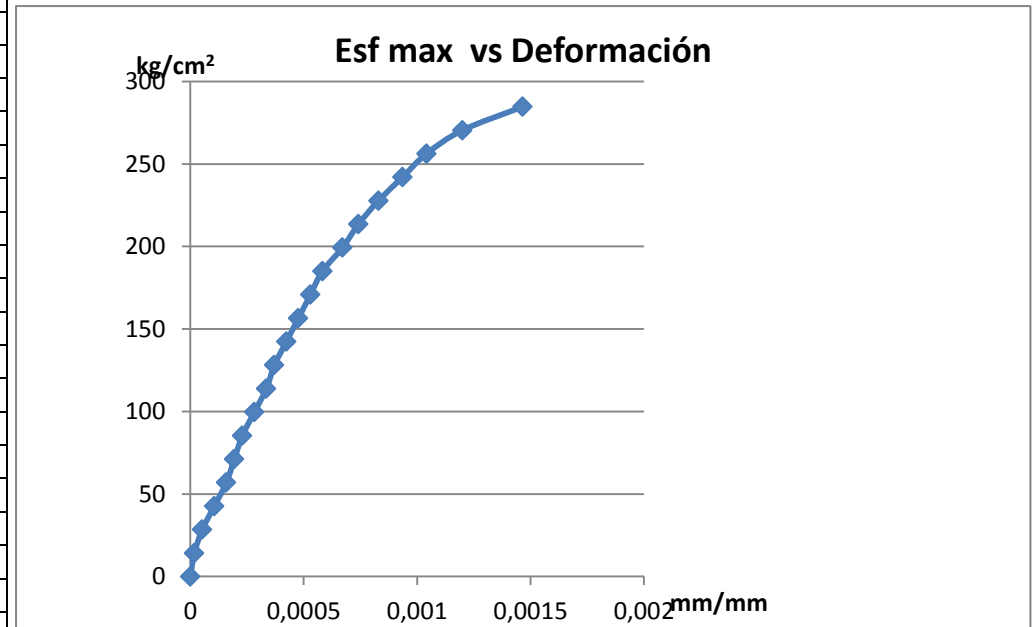


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#118	masa (gr) 11920.00		eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	29.70			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.10				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	179.08	carga máx (kg) 51495.66	Esf. Máximo kg/cm ²		287.56
Lo	176	ME (kg/cm ²) 284516.26	α		14131.3
ADITIVO:	SIKA		α (Promedio)		14050.87
CURADO:	10 % Sulfato de Sodio		α (Característica)		13788.41

#118

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.25	0.00635	0.003108	14.236	1.76592E-05
5098.58	50	0.75	0.01905	0.009324	28.471	5.29776E-05
7647.87	75	1.5	0.0381	0.018648	42.707	0.000105955
10197.16	100	2.25	0.05715	0.027972	56.942	0.000158933
12746.45	125	2.75	0.06985	0.034188	71.178	0.000194251
15295.74	150	3.25	0.08255	0.040404	85.414	0.000229569
17845.03	175	4	0.1016	0.049728	99.649	0.000282547
20394.32	200	4.75	0.12065	0.059052	113.885	0.000335525
22943.61	225	5.25	0.13335	0.065268	128.120	0.000370843
25492.9	250	6	0.1524	0.074592	142.356	0.00042382
28042.19	275	6.75	0.17145	0.083916	156.591	0.000476798
30591.48	300	7.5	0.1905	0.093241	170.827	0.000529776
33140.77	325	8.25	0.20955	0.102565	185.063	0.000582753
35690.06	350	9.5	0.2413	0.118105	199.298	0.000671049
38239.35	375	10.5	0.2667	0.130537	213.534	0.000741686
40788.64	400	11.75	0.29845	0.146077	227.769	0.000829982
43337.93	425	13.25	0.33655	0.164725	242.005	0.000935937
45887.22	450	14.75	0.37465	0.183373	256.241	0.001041892

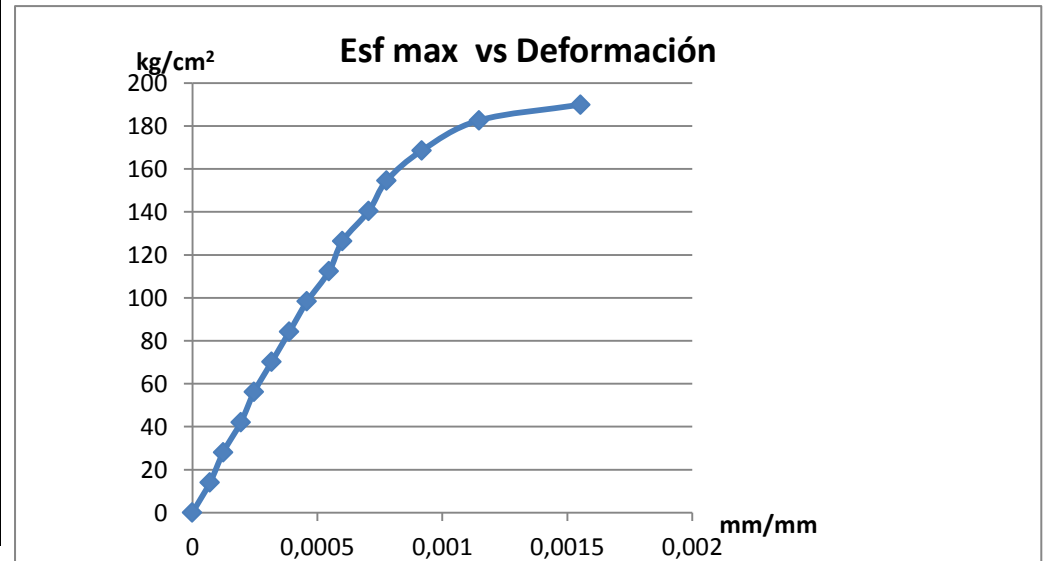


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#136	masa (gr) 11940.00		eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.00			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.20				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	181.46	carga máx (kg) 34466.40	Esf. Máximo kg/cm ²		189.94
Lo	176	ME (kg/cm ²) 212148.62	α		13781.9
ADITIVO:	ADITEC		α (Promedio)		13804.77
CURADO:	10 % Sulfato de Sodio		α (Característica)		13535.03

#136

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	1	0.0254	0.012432	14.049	7.06367E-05
5098.58	50	1.75	0.04445	0.021756	28.098	0.000123614
7647.87	75	2.75	0.06985	0.034188	42.147	0.000194251
10197.16	100	3.5	0.0889	0.043512	56.196	0.000247229
12746.45	125	4.5	0.1143	0.055944	70.244	0.000317865
15295.74	150	5.5	0.1397	0.068376	84.293	0.000388502
17845.03	175	6.5	0.1651	0.080808	98.342	0.000459139
20394.32	200	7.75	0.19685	0.096349	112.391	0.000547435
22943.61	225	8.5	0.2159	0.105673	126.440	0.000600412
25492.9	250	10	0.254	0.124321	140.489	0.000706367
28042.19	275	11	0.2794	0.136753	154.538	0.000777004
30591.48	300	13	0.3302	0.161617	168.587	0.000918278
33140.77	325	16.25	0.41275	0.202021	182.636	0.001147847
34466.4	338	22	0.5588	0.273505	189.941	0.001554008

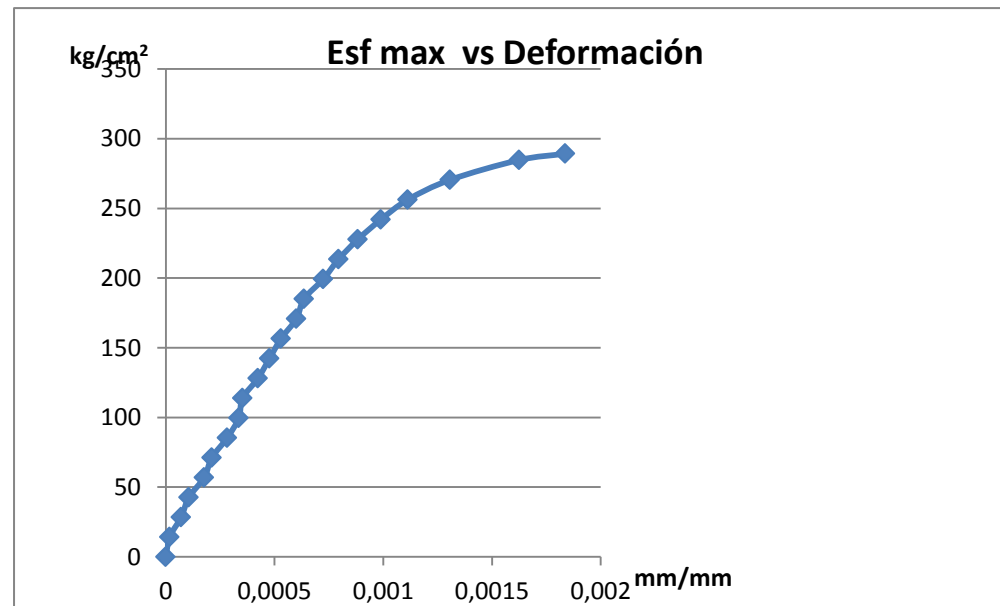


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#137	masa (gr) 12140.00	eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.10		er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.10			
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	179.08	carga máx (kg) 51801.57	Esf. Máximo kg/cm ²	289.27
Lo	176	ME (kg/cm ²) 302298.53	α	13606.4
ADITIVO:	ADITEC		α (Promedio)	13804.77
CURADO:	10 % Sulfato de Sodio		α (Característica)	13535.03

#137

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.25	0.00635	0.003108	14.236	1.76592E-05
5098.58	50	1	0.0254	0.012432	28.471	7.06367E-05
7647.87	75	1.5	0.0381	0.018648	42.707	0.000105955
10197.16	100	2.5	0.0635	0.03108	56.942	0.000176592
12746.45	125	3	0.0762	0.037296	71.178	0.00021191
15295.74	150	4	0.1016	0.049728	85.414	0.000282547
17845.03	175	4.75	0.12065	0.059052	99.649	0.000335525
20394.32	200	5	0.127	0.06216	113.885	0.000353184
22943.61	225	6	0.1524	0.074592	128.120	0.00042382
25492.9	250	6.75	0.17145	0.083916	142.356	0.000476798
28042.19	275	7.5	0.1905	0.093241	156.591	0.000529776
30591.48	300	8.5	0.2159	0.105673	170.827	0.000600412
33140.77	325	9	0.2286	0.111889	185.063	0.000635731
35690.06	350	10.25	0.26035	0.127429	199.298	0.000724027
38239.35	375	11.25	0.28575	0.139861	213.534	0.000794663
40788.64	400	12.5	0.3175	0.155401	227.769	0.000882959
43337.93	425	14	0.3556	0.174049	242.005	0.000988914
45887.22	450	15.75	0.40005	0.195805	256.241	0.001112529

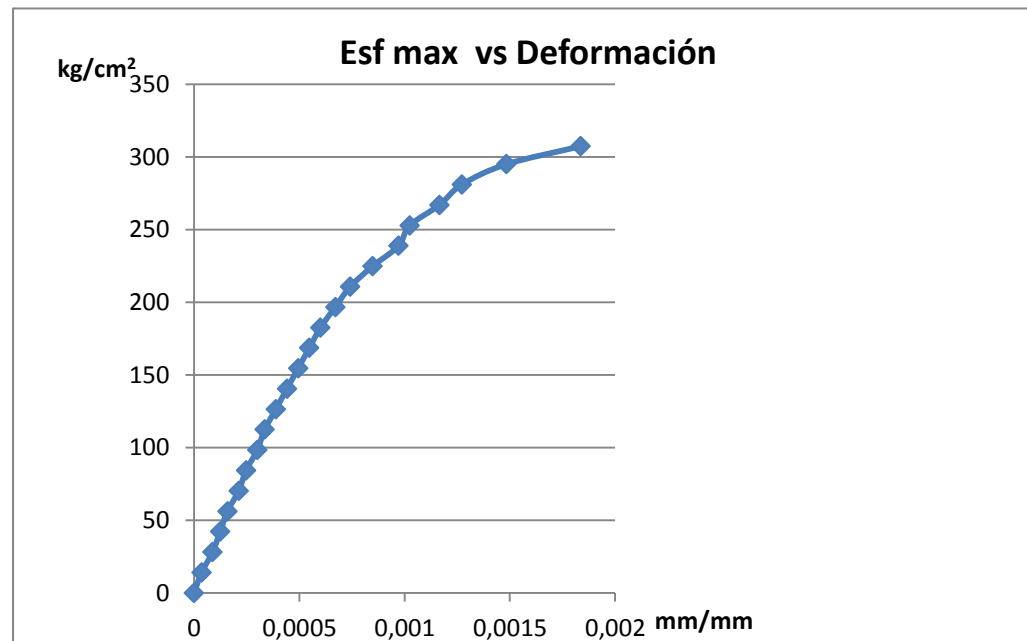


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#138	masa (gr) 12100.00		eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.00			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.20				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	181.46	carga máx (kg) 55778.47	Esf. Máximo kg/cm ²		307.39
Lo	176	ME (kg/cm ²) 318222.93	α		14026
ADITIVO:	ADITEC		α (Promedio)		13804.77
CURADO:	10 % Sulfato de Sodio		α (Característica)		13535.03

#138

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.5	0.0127	0.006216	14.049	3.53184E-05
5098.58	50	1.25	0.03175	0.01554	28.098	8.82959E-05
7647.87	75	1.75	0.04445	0.021756	42.147	0.000123614
10197.16	100	2.25	0.05715	0.027972	56.196	0.000158933
12746.45	125	3	0.0762	0.037296	70.244	0.00021191
15295.74	150	3.5	0.0889	0.043512	84.293	0.000247229
17845.03	175	4.25	0.10795	0.052836	98.342	0.000300206
20394.32	200	4.75	0.12065	0.059052	112.391	0.000335525
22943.61	225	5.5	0.1397	0.068376	126.440	0.000388502
25492.9	250	6.25	0.15875	0.0777	140.489	0.00044148
28042.19	275	7	0.1778	0.087024	154.538	0.000494457
30591.48	300	7.75	0.19685	0.096349	168.587	0.000547435
33140.77	325	8.5	0.2159	0.105673	182.636	0.000600412
35690.06	350	9.5	0.2413	0.118105	196.685	0.000671049
38239.35	375	10.5	0.2667	0.130537	210.733	0.000741686
40788.64	400	12	0.3048	0.149185	224.782	0.000847641
43337.93	425	13.75	0.34925	0.170941	238.831	0.000971255
45887.22	450	14.5	0.3683	0.180265	252.880	0.001024233

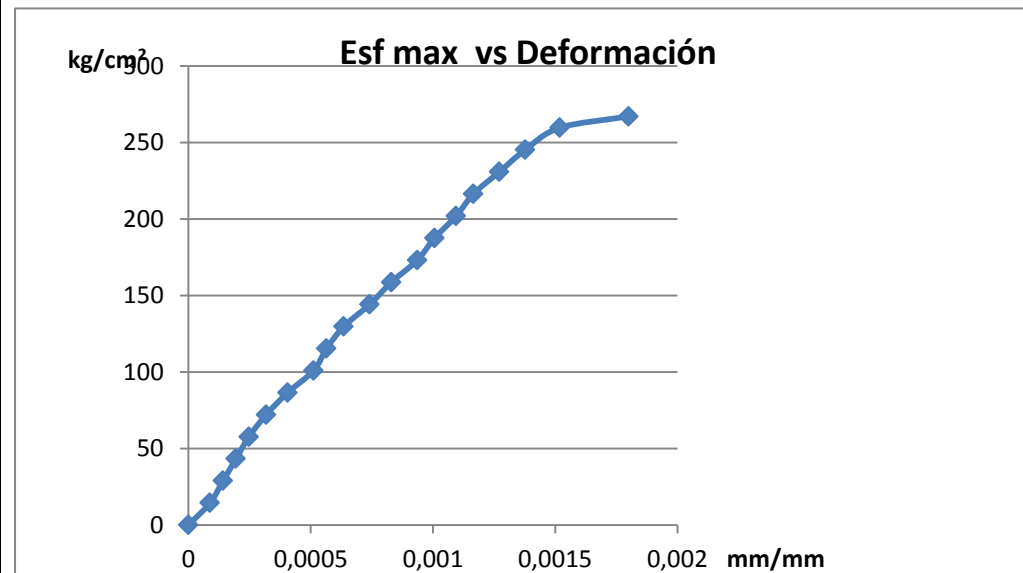


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#156	masa (gr) 11990.00	eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.20		er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.00			
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	176.71	carga máx (kg) 47212.85	Esf. Máximo kg/cm ²	267.17
Lo	176	ME (kg/cm ²) 170190.34	α	13621.1
ADITIVO:	Sin Aditivo		α (Promedio)	14181.4
CURADO:	5 % Sulfato de Sodio		α (Característica)	13556.19

#156

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	1.25	0.03175	0.01554	14.426	8.82959E-05
5098.58	50	2	0.0508	0.024864	28.852	0.000141273
7647.87	75	2.75	0.06985	0.034188	43.278	0.000194251
10197.16	100	3.5	0.0889	0.043512	57.704	0.000247229
12746.45	125	4.5	0.1143	0.055944	72.130	0.000317865
15295.74	150	5.75	0.14605	0.071484	86.556	0.000406161
17845.03	175	7.25	0.18415	0.090132	100.982	0.000512116
20394.32	200	8	0.2032	0.099457	115.408	0.000565094
22943.61	225	9	0.2286	0.111889	129.834	0.000635731
25492.9	250	10.5	0.2667	0.130537	144.260	0.000741686
28042.19	275	11.75	0.29845	0.146077	158.686	0.000829982
30591.48	300	13.25	0.33655	0.164725	173.112	0.000935937
33140.77	325	14.25	0.36195	0.177157	187.538	0.001006574
35690.06	350	15.5	0.3937	0.192697	201.964	0.00109487
38239.35	375	16.5	0.4191	0.205129	216.390	0.001165506
40788.64	400	18	0.4572	0.223777	230.816	0.001271461
43337.93	425	19.5	0.4953	0.242425	245.243	0.001377417
45887.22	450	21.5	0.5461	0.267289	259.669	0.00151869

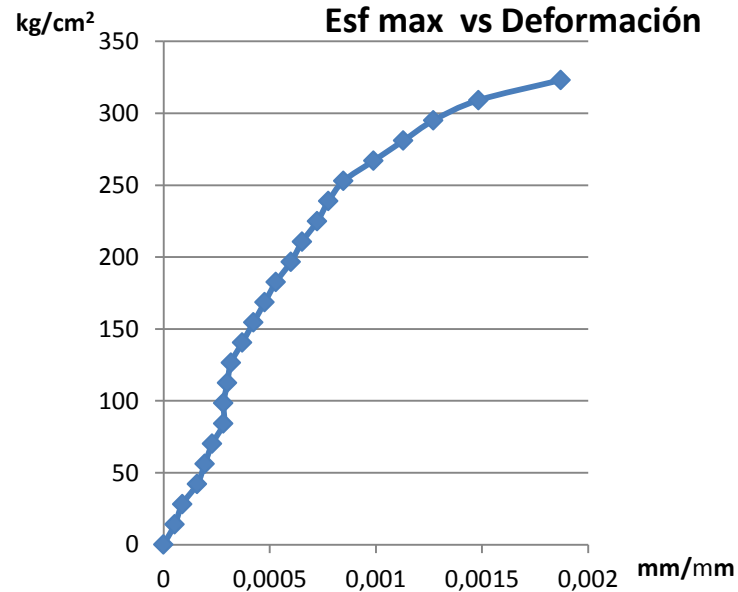


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#157	masa (gr) 12140.00		eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.31			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.20				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	181.46	carga máx (kg) 58837.61	Esf. Máximo kg/cm ²		324.25
Lo	176	ME (kg/cm ²) 242126.15	α		14405.6
ADITIVO:	Sin Aditivo		α (Promedio)		14181.4
CURADO:	5 % Sulfato de Sodio		α (Característica)		13556.19

#157

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.75	0.01905	0.009324	14.049	5.29776E-05
5098.58	50	1.25	0.03175	0.01554	28.098	8.82959E-05
7647.87	75	2.25	0.05715	0.027972	42.147	0.000158933
10197.16	100	2.75	0.06985	0.034188	56.196	0.000194251
12746.45	125	3.25	0.08255	0.040404	70.244	0.000229569
15295.74	150	4	0.1016	0.049728	84.293	0.000282547
17845.03	175	4	0.1016	0.049728	98.342	0.000282547
20394.32	200	4.25	0.10795	0.052836	112.391	0.000300206
22943.61	225	4.5	0.1143	0.055944	126.440	0.000317865
25492.9	250	5.25	0.13335	0.065268	140.489	0.000370843
28042.19	275	6	0.1524	0.074592	154.538	0.00042382
30591.48	300	6.75	0.17145	0.083916	168.587	0.000476798
33140.77	325	7.5	0.1905	0.093241	182.636	0.000529776
35690.06	350	8.5	0.2159	0.105673	196.685	0.000600412
38239.35	375	9.25	0.23495	0.114997	210.733	0.00065339
40788.64	400	10.25	0.26035	0.127429	224.782	0.000724027
43337.93	425	11	0.2794	0.136753	238.831	0.000777004
45887.22	450	12	0.3048	0.149185	252.880	0.000847641

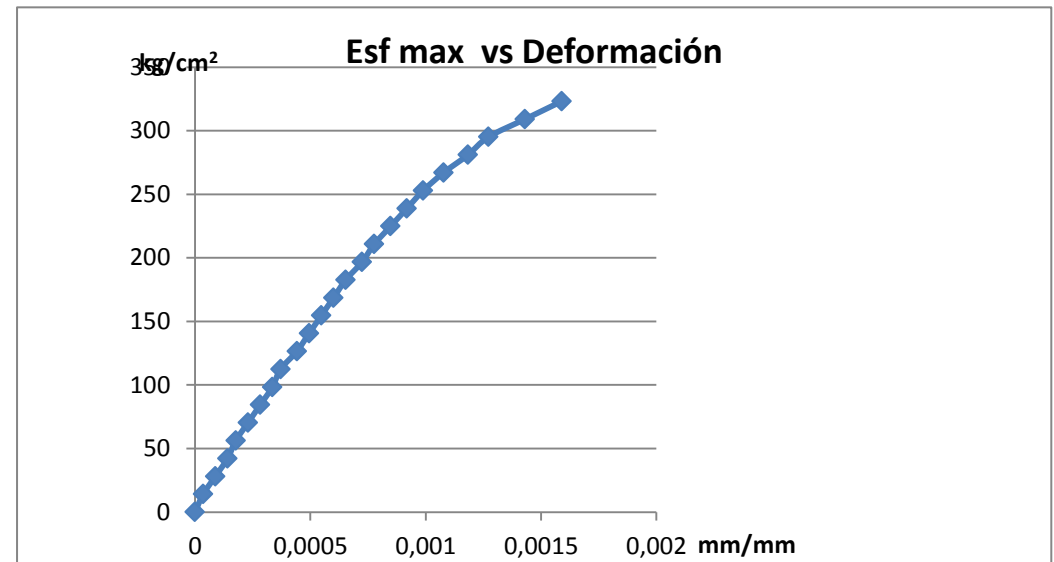


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#158	masa (gr) 12250.00		eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.20			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.20				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	181.46	carga máx (kg) 59755.36	Esf. Máximo kg/cm ²		329.31
Lo	176	ME (kg/cm ²) 235720.69	α		14517.5
ADITIVO:	Sin Aditivo		α (Promedio)		14181.4
CURADO:	5 % Sulfato de Sodio		α (Característica)		13556.19

#158

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.5	0.0127	0.006216	14.049	3.53184E-05
5098.58	50	1.25	0.03175	0.01554	28.098	8.82959E-05
7647.87	75	2	0.0508	0.024864	42.147	0.000141273
10197.16	100	2.5	0.0635	0.03108	56.196	0.000176592
12746.45	125	3.25	0.08255	0.040404	70.244	0.000229569
15295.74	150	4	0.1016	0.049728	84.293	0.000282547
17845.03	175	4.75	0.12065	0.059052	98.342	0.000335525
20394.32	200	5.25	0.13335	0.065268	112.391	0.000370843
22943.61	225	6.25	0.15875	0.0777	126.440	0.00044148
25492.9	250	7	0.1778	0.087024	140.489	0.000494457
28042.19	275	7.75	0.19685	0.096349	154.538	0.000547435
30591.48	300	8.5	0.2159	0.105673	168.587	0.000600412
33140.77	325	9.25	0.23495	0.114997	182.636	0.00065339
35690.06	350	10.25	0.26035	0.127429	196.685	0.000724027
38239.35	375	11	0.2794	0.136753	210.733	0.000777004
40788.64	400	12	0.3048	0.149185	224.782	0.000847641
43337.93	425	13	0.3302	0.161617	238.831	0.000918278
45887.22	450	14	0.3556	0.174049	252.880	0.000988914

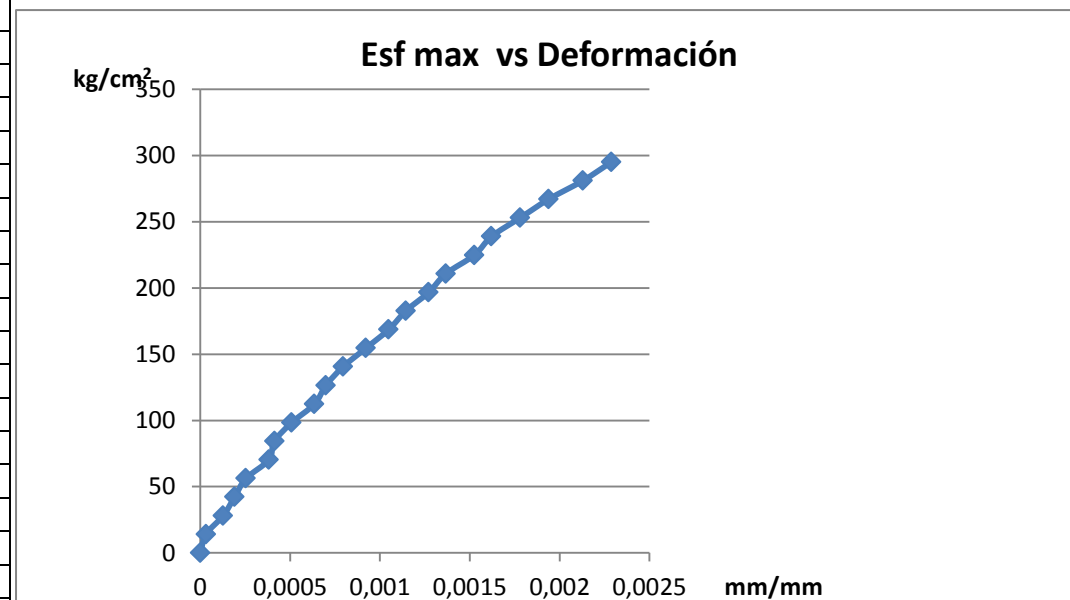


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#176	masa (gr) 12000.00		eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.20			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.20				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	181.46	carga máx (kg) 53535.09	Esf. Máximo kg/cm ²		295.03
Lo	176	ME (kg/cm ²) 126278.94	α		13741.1
ADITIVO:	Sin Aditivo		α (Promedio)		14195.03
CURADO:	10 % Sulfato de Sodio		α (Característica)		13568.98

#176

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.45	0.01143	0.005594	14.049	3.17865E-05
5098.58	50	1.8	0.04572	0.022378	28.098	0.000127146
7647.87	75	2.7	0.06858	0.033567	42.147	0.000190719
10197.16	100	3.6	0.09144	0.044755	56.196	0.000254292
12746.45	125	5.4	0.13716	0.067133	70.244	0.000381438
15295.74	150	5.85	0.14859	0.072728	84.293	0.000413225
17845.03	175	7.2	0.18288	0.089511	98.342	0.000508585
20394.32	200	9	0.2286	0.111889	112.391	0.000635731
22943.61	225	9.9	0.25146	0.123077	126.440	0.000699304
25492.9	250	11.25	0.28575	0.139861	140.489	0.000794663
28042.19	275	13.05	0.33147	0.162238	154.538	0.00092181
30591.48	300	14.85	0.37719	0.184616	168.587	0.001048956
33140.77	325	16.2	0.41148	0.201399	182.636	0.001144315
35690.06	350	18	0.4572	0.223777	196.685	0.001271461
38239.35	375	19.35	0.49149	0.240561	210.733	0.001366821
40788.64	400	21.6	0.54864	0.268533	224.782	0.001525754
43337.93	425	22.95	0.58293	0.285316	238.831	0.001621113
45887.22	450	25.2	0.64008	0.313288	252.880	0.001780046

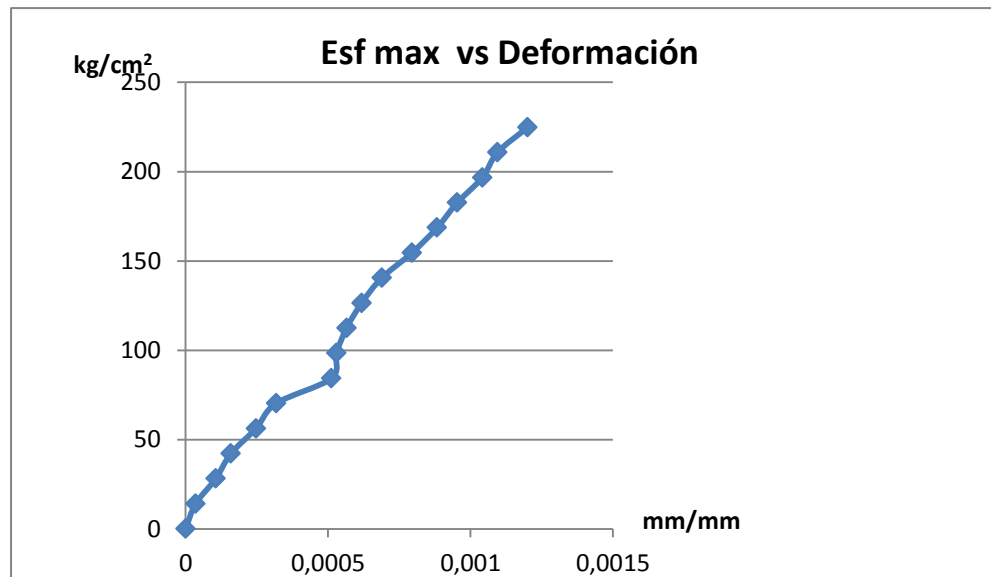


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#177	masa (gr) 12150.00		eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.00			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.20				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	181.46	carga máx (kg) 41910.33	Esf. Máximo kg/cm ²		230.96
Lo	176	ME (kg/cm ²) 167485.75	α		14131
ADITIVO:	Sin Aditivo		α (Promedio)		14195.03
CURADO:	10 % Sulfato de Sodio		α (Característica)		13568.98

#177

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.5	0.0127	0.006216	14.049	3.53184E-05
5098.58	50	1.5	0.0381	0.018648	28.098	0.000105955
7647.87	75	2.25	0.05715	0.027972	42.147	0.000158933
10197.16	100	3.5	0.0889	0.043512	56.196	0.000247229
12746.45	125	4.5	0.1143	0.055944	70.244	0.000317865
15295.74	150	7.25	0.18415	0.090132	84.293	0.000512116
17845.03	175	7.5	0.1905	0.093241	98.342	0.000529776
20394.32	200	8	0.2032	0.099457	112.391	0.000565094
22943.61	225	8.75	0.22225	0.108781	126.440	0.000618072
25492.9	250	9.75	0.24765	0.121213	140.489	0.000688708
28042.19	275	11.25	0.28575	0.139861	154.538	0.000794663
30591.48	300	12.5	0.3175	0.155401	168.587	0.000882959
33140.77	325	13.5	0.3429	0.167833	182.636	0.000953596
35690.06	350	14.75	0.37465	0.183373	196.685	0.001041892
38239.35	375	15.5	0.3937	0.192697	210.733	0.00109487
40788.64	400	17	0.4318	0.211345	224.782	0.001200825
41910.33	411	19.5	0.4953	0.242425	230.964	0.001377417

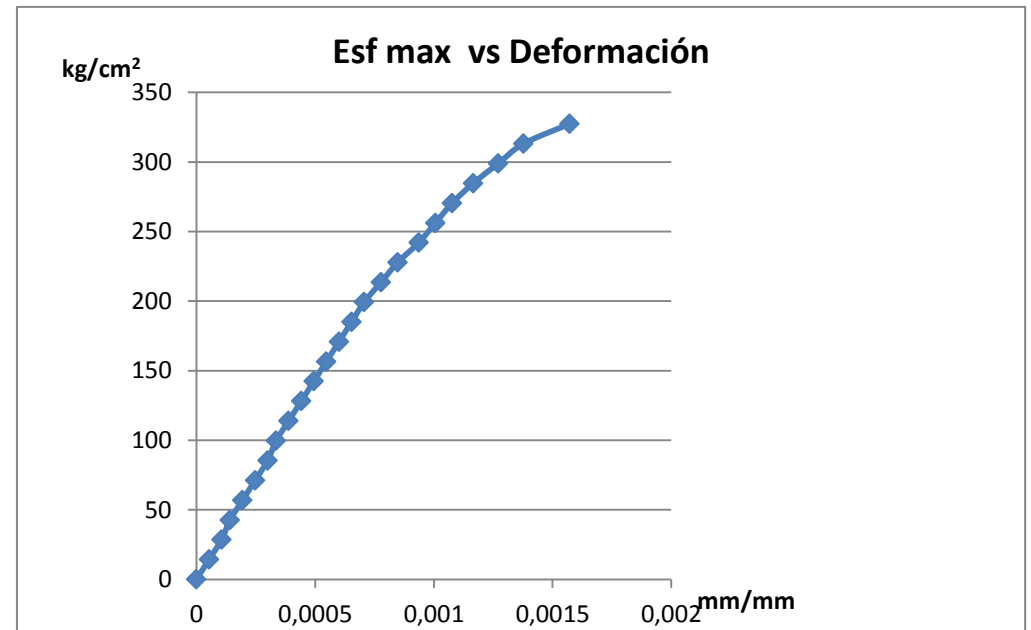


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
 INFORME DE ENSAYO COMPRESIÓN CON MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION DEL ELEMENTO:	#178	masa (gr)	12110.00	eg	116
LARGO DE LA PROBETA (cm)	30.10			er	121
DIAM DE LA PROBETA (cm)	15.10				
AREA DE LA PROBETA (cm ²)	179.08	carga máx (kg)	60571.13	Esf. Máximo kg/cm ²	338.24
Lo	176	ME (kg/cm ²)	268709.80	α	14713
ADITIVO:	Sin Aditivo			α (Promedio)	14195.03
CURADO:	10 % Sulfato de Sodio			α (Característica)	13568.98

#178

Carga kg	Carga KN	DEF.	def real	d	Esf máx	def unitaria
			mm	mm	kg/cm ²	mm/mm
0	0	0	0	0	0	0
2549.29	25	0.75	0.01905	0.009324	14.236	5.29776E-05
5098.58	50	1.5	0.0381	0.018648	28.471	0.000105955
7647.87	75	2	0.0508	0.024864	42.707	0.000141273
10197.16	100	2.75	0.06985	0.034188	56.942	0.000194251
12746.45	125	3.5	0.0889	0.043512	71.178	0.000247229
15295.74	150	4.25	0.10795	0.052836	85.414	0.000300206
17845.03	175	4.75	0.12065	0.059052	99.649	0.000335525
20394.32	200	5.5	0.1397	0.068376	113.885	0.000388502
22943.61	225	6.25	0.15875	0.0777	128.120	0.00044148
25492.9	250	7	0.1778	0.087024	142.356	0.000494457
28042.19	275	7.75	0.19685	0.096349	156.591	0.000547435
30591.48	300	8.5	0.2159	0.105673	170.827	0.000600412
33140.77	325	9.25	0.23495	0.114997	185.063	0.00065339
35690.06	350	10	0.254	0.124321	199.298	0.000706367
38239.35	375	11	0.2794	0.136753	213.534	0.000777004
40788.64	400	12	0.3048	0.149185	227.769	0.000847641
43337.93	425	13.25	0.33655	0.164725	242.005	0.000935937
45887.22	450	14.25	0.36195	0.177157	256.241	0.001006574



Cuadros Comparativo s entre las Resistencias a la Compresión

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL

Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

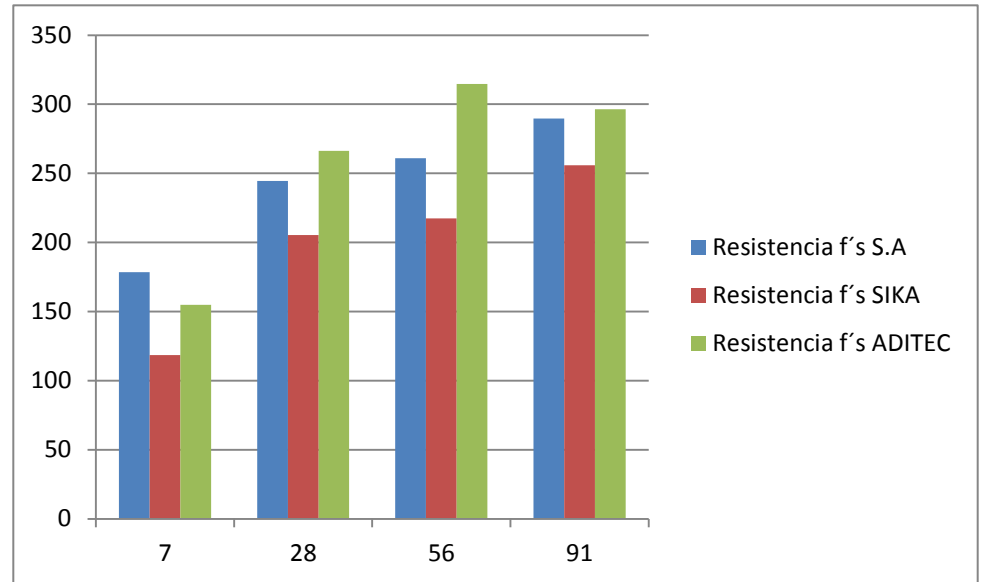
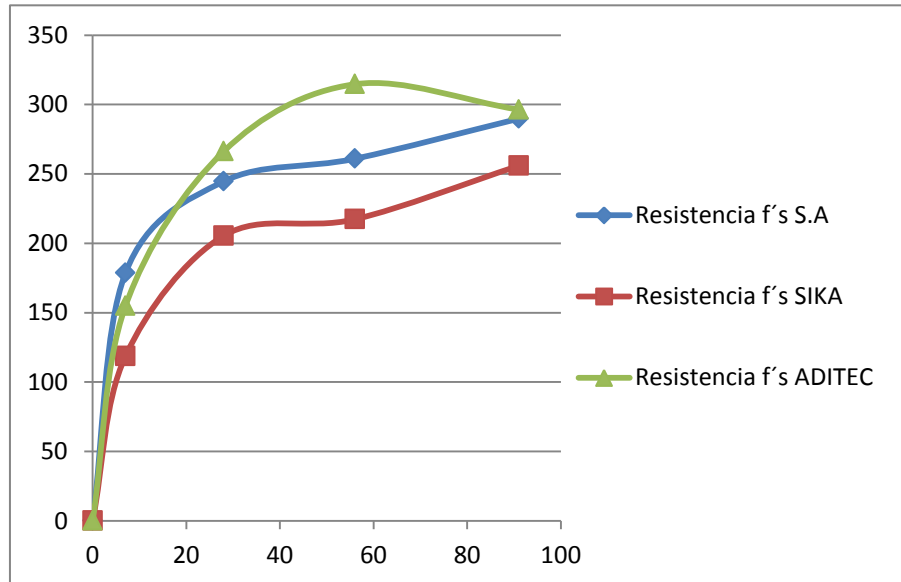
Resistencia: 240 Kg/cm²

Especímen de Ensayo: Cilindros

Curado: Normal

Cuadro Comparativo de resistencias a la Compresión

CILINDROS					
Dias	0	7	28	56	91
Resistencia f's S.A	0	178.52	244.61	260.93	289.78
Resistencia f's SIKA	0	118.58	205.48	217.31	255.86
Resistencia f's ADITEC	0	154.77	266.25	314.63	296.35



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL

Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

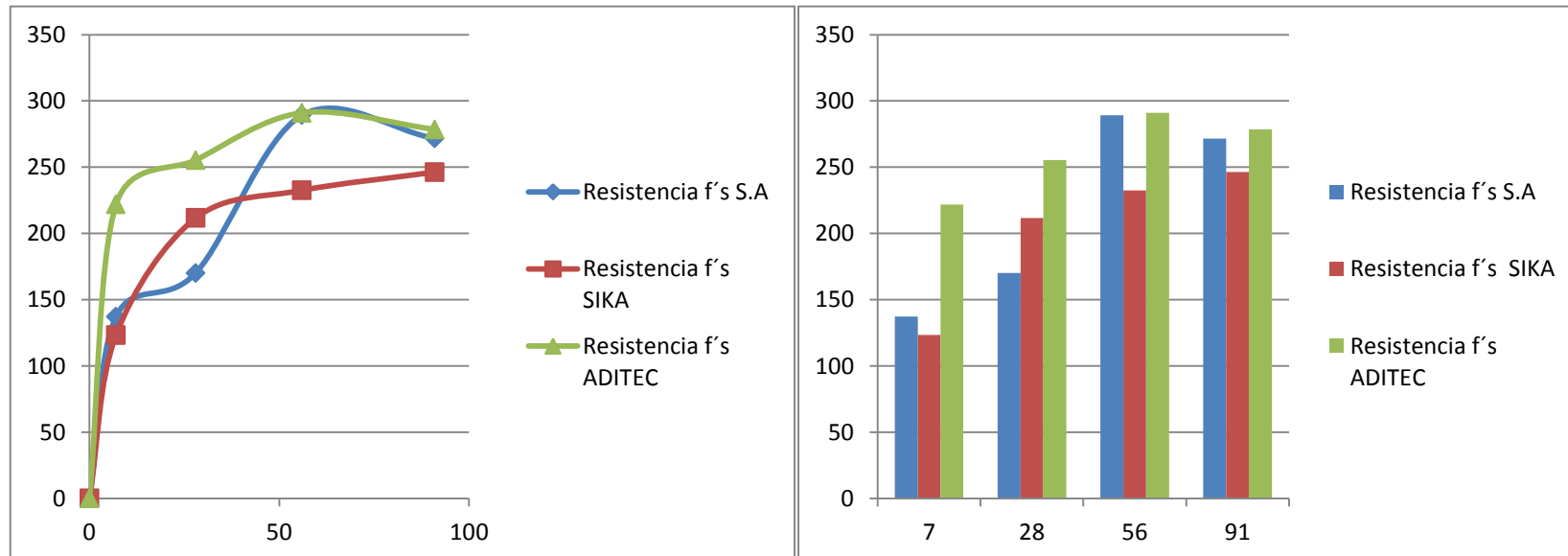
Resistencia: 240 Kg/cm²

Especímen de Ensayo: Cilindros

Curado: 5 % De Concentración de Sulfato de Sodio

Cuadro Comparativo de resistencias a la Compresión

CILINDROS					
Dias	0	7	28	56	91
Resistencia f's S.A	0	137.17	170.14	289.25	271.67
Resistencia f's SIKA	0	123.34	211.63	232.51	246.28
Resistencia f's ADITEC	0	221.84	255.37	291.04	278.53



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL

Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

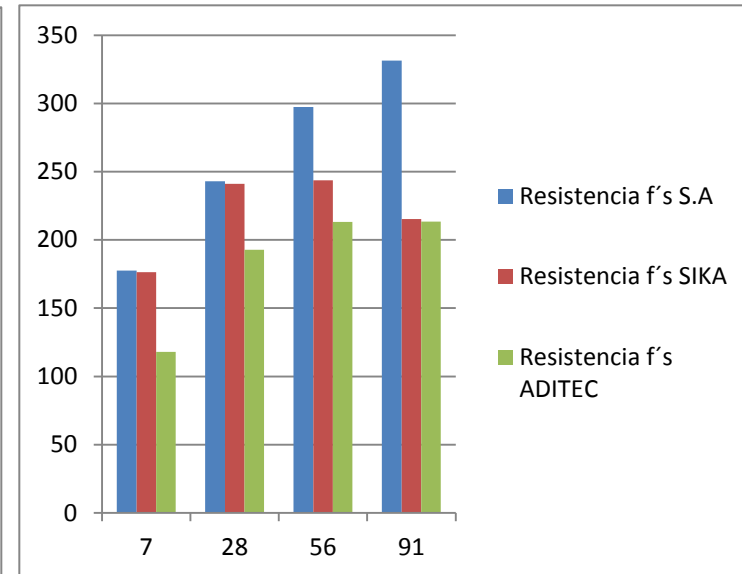
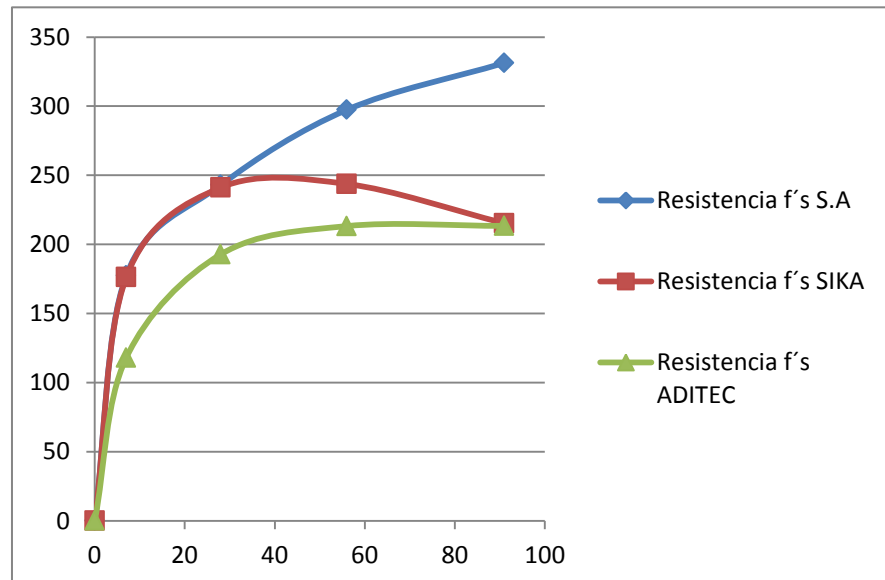
Resistencia: 240 Kg/cm²

Especímen de Ensayo: Cilindros

Curado: 10 % De Concentración de Sulfato de Sodio

Cuadro Comparativo de resistencias a la Compresión

CILINDROS					
Dias	0	7	28	56	91
Resistencia f's S.A	0	177.45	242.95	297.38	331.34
Resistencia f's SIKA	0	176.28	241.15	243.73	215.27
Resistencia f's ADITEC	0	118.04	192.8	213.24	213.37



Cuadros Comparativos entre las Resistencias a la Flexión

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL

Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

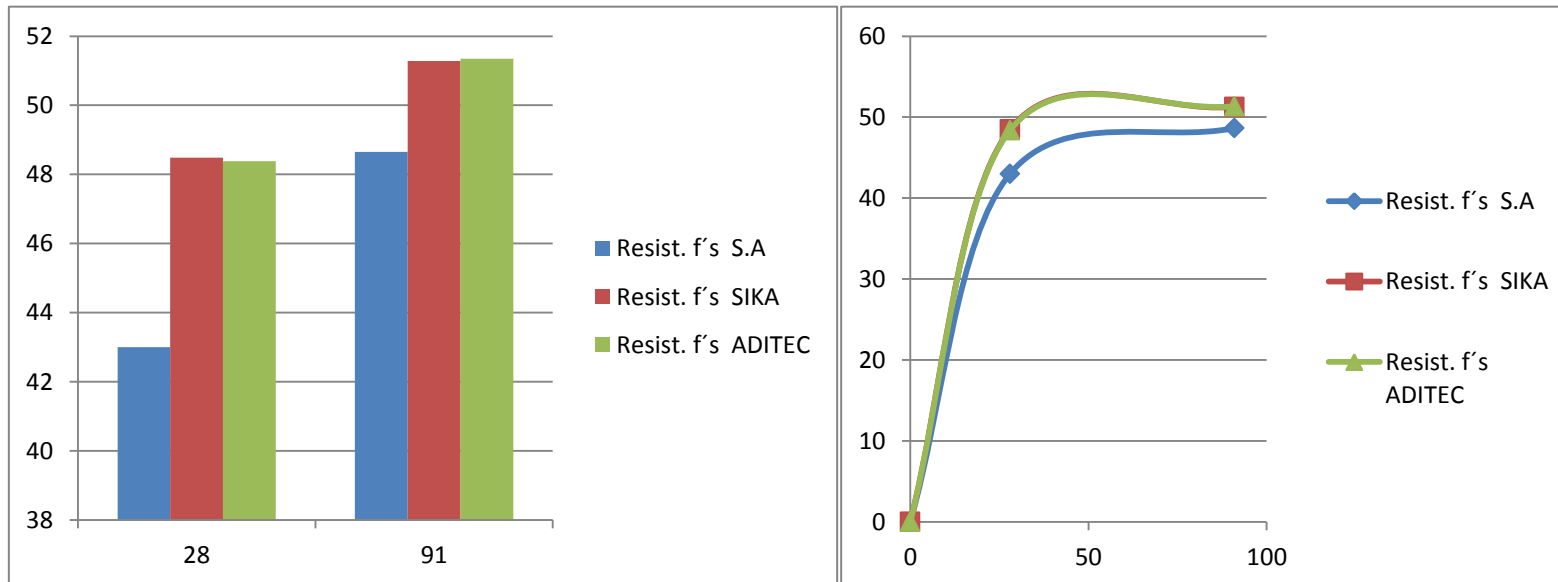
Resistencia: 240 Kg/cm²

Especímen de Ensayo: Vigas

Curado: Normal

Cuadro Comparativo de resistencias a la Flexión

Viguetas			
Dias	0	28	91
Resist. f's S.A	0	43	48.65
Resist. f's SIKA	0	48.48	51.28
Resist. f's ADITEC	0	48.38	51.35



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL

Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

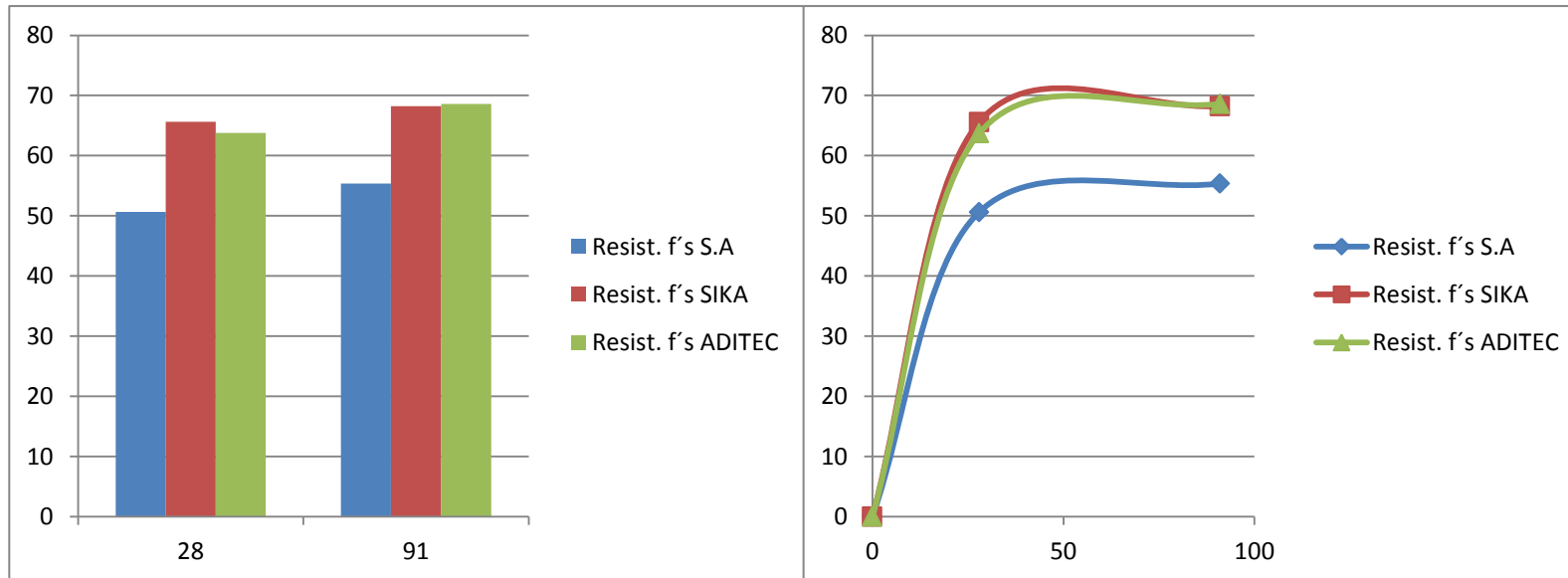
Resistencia: 240 Kg/cm²

Especímen de Ensayo: Vigas

Curado: 5 % De Concentración de Sulfato de Sodio

Cuadro Comparativo de resistencias a la Flexión

Viguetas			
Dias	0	28	91
Resist. f's S.A	0	50.64	55.36
Resist. f's SIKA	0	65.62	68.24
Resist. f's ADITEC	0	63.75	68.61



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL

Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

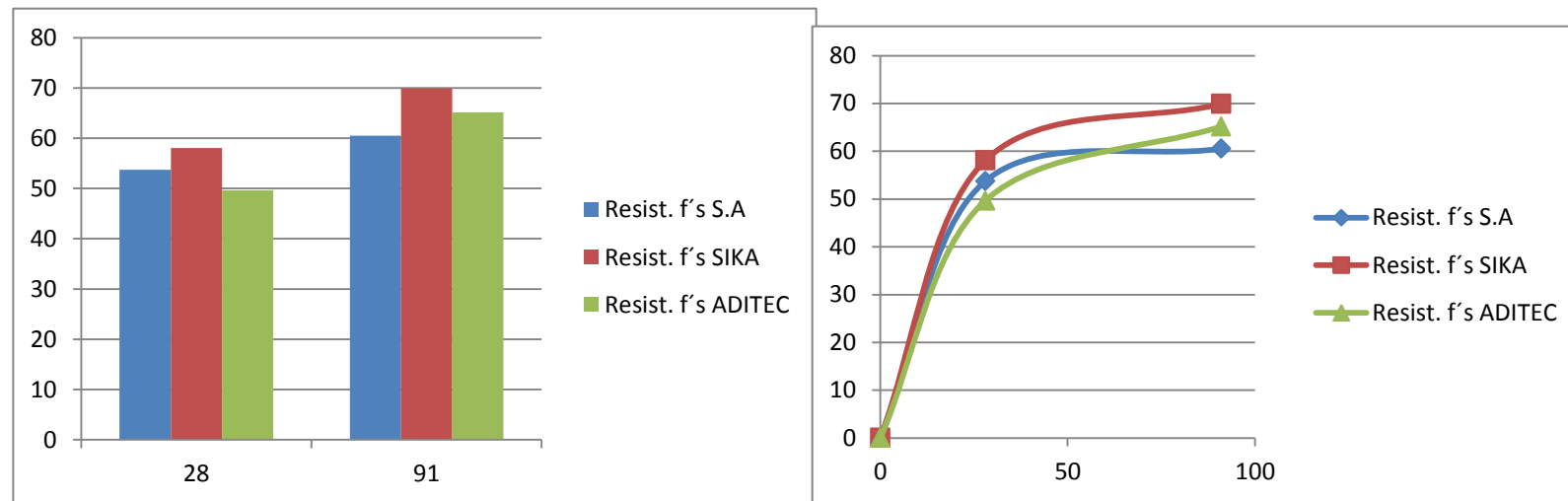
Resistencia: 240 Kg/cm²

Especímen de Ensayo: Vigas

Curado: 10 % De Concentración de Sulfato de Sodio

Cuadro Comparativo de resistencias a la Flexión

Viguetas			
Dias	0	28	91
Resist. f's S.A	0	53.71	60.53
Resist. f's SIKA	0	58.04	69.89
Resist. f's ADITEC	0	49.63	65.17



Cuadros Comparativos entre las Resistencias a la Compresión y Flexión

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL**

Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

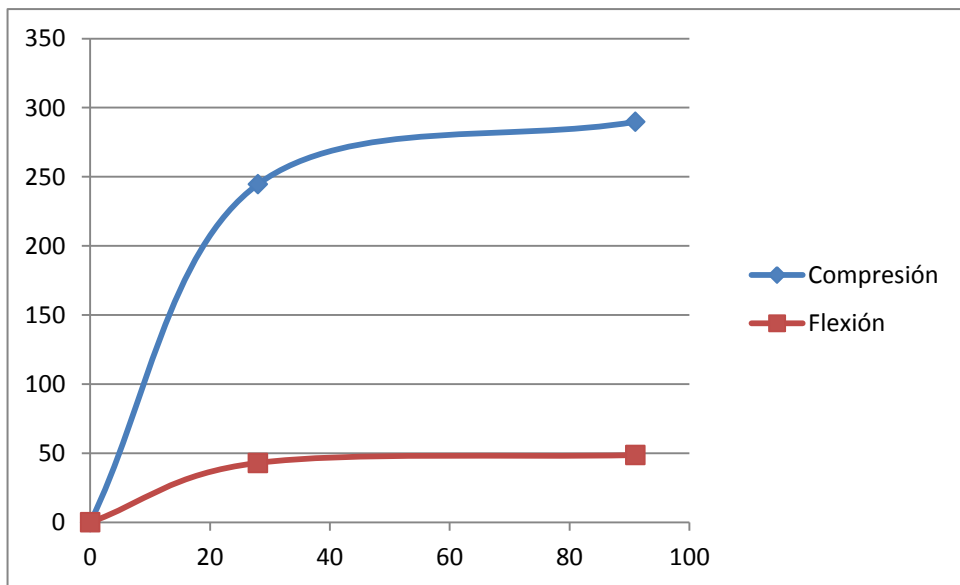
Resistencia: 240 Kg/cm²

Especímen de Ensayo: Cilindros

Aditivo: Sin Aditivo

Curado: Normal

Cuadro Comparativo de resistencias a la Compresión y Flexión



Resistencia (Kg/cm ²)			
Días	0	28	91
Compresión	0	244.61	289.78
Flexión	0	43	48.65

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL**

Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

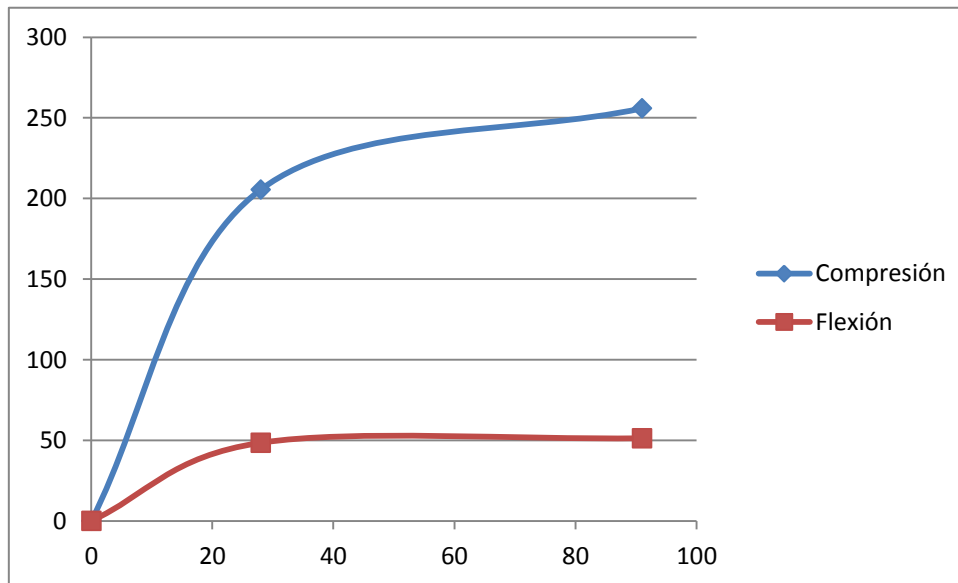
Resistencia: 240 Kg/cm²

Especímen de Ensayo: Cilindros

Aditivo: Sika

Curado: Normal

Cuadro Comparativo de resistencias a la Compresión y Flexión



Resistencia (Kg/cm ²)			
Dias	0	28	91
Compresión	0	205.48	255.86
Flexión	0	48.48	51.28

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL**

Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

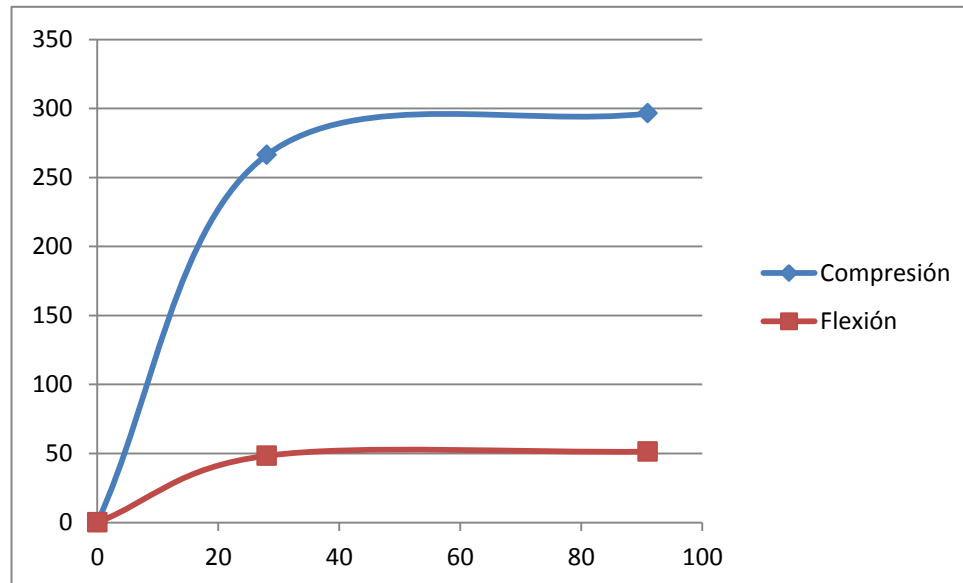
Resistencia: 240 Kg/cm²

Especímen de Ensayo: Cilindros

Aditivo: Aditec

Curado: Normal

Cuadro Comparativo de resistencias a la Compresión y Flexión



Resistencia (Kg/cm ²)			
Días	0	28	91
Compresión	0	266.25	296.35
Flexión	0	48.38	51.35

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL**

Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

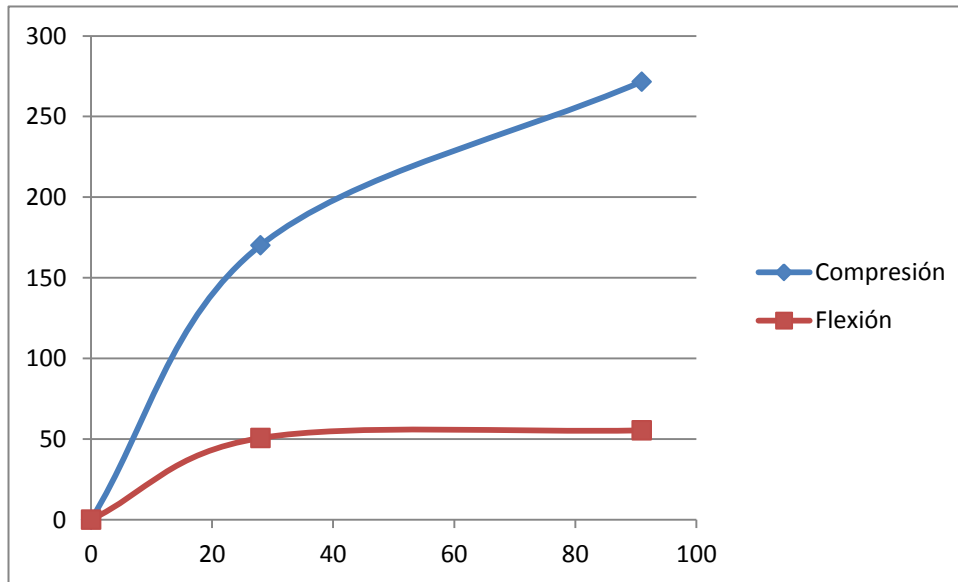
Resistencia: 240 Kg/cm²

Especímen de Ensayo: Cilindros

Aditivo: Sin Aditivo

Curado: 5 % Concentración de Sulfato de Sodio

Cuadro Comparativo de resistencias a la Compresión y Flexión



Resistencia (Kg/cm ²)			
Dias	0	28	91
Compresión	0	170.14	271.67
Flexión	0	50.64	55.36

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL**

Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

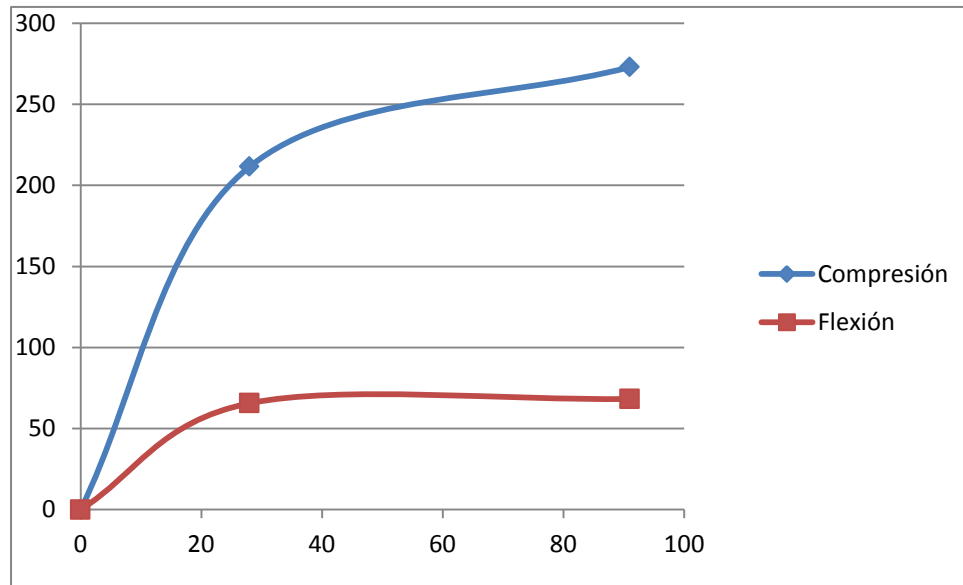
Resistencia: 240 Kg/cm²

Especímen de Ensayo: Cilindros

Aditivo: Sika

Curado: 5 % Concentración de Sulfato de Sodio

Cuadro Comparativo de resistencias a la Compresión y Flexión



Resistencia (Kg/cm ²)			
Días	0	28	91
Compresión	0	211.54	272.95
Flexión	0	65.63	68.24

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL**

Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

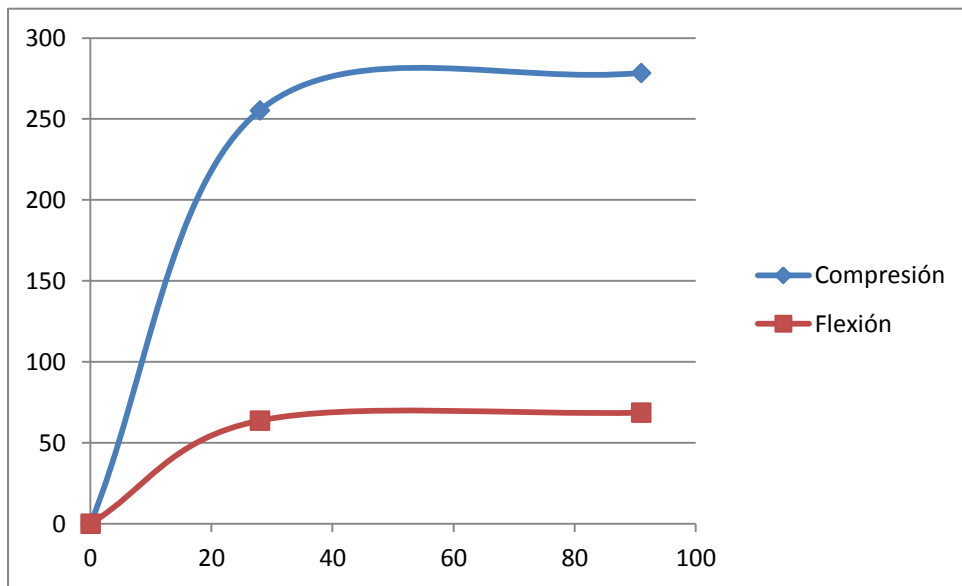
Resistencia: 240 Kg/cm²

Especímen de Ensayo: Cilindros

Aditivo: Aditec

Curado: 5 % Concentración de Sulfato de Sodio

Cuadro Comparativo de resistencias a la Compresión y Flexión



Resistencia (Kg/cm ²)			
Dias	0	28	91
Compresión	0	255.37	278.53
Flexión	0	63.75	68.61

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL

Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

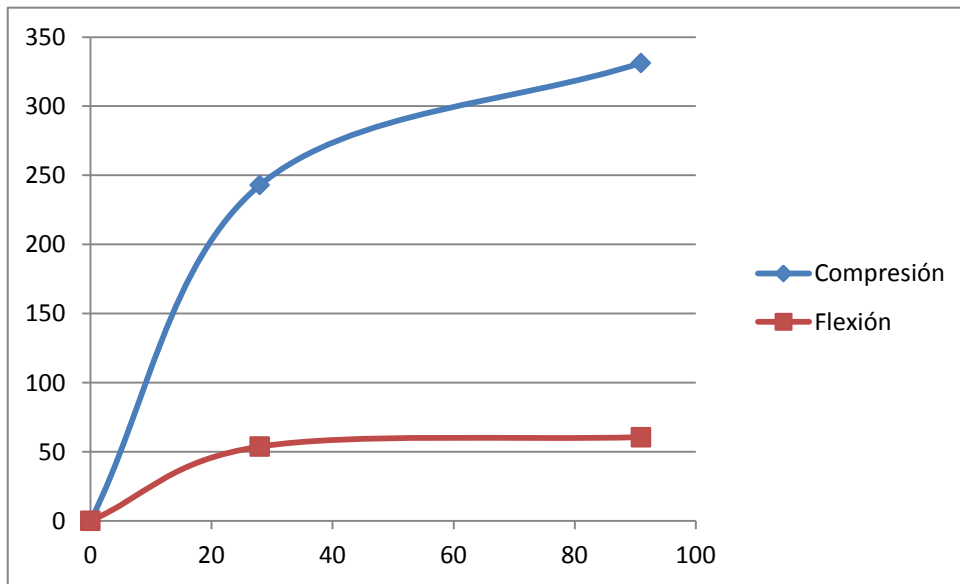
Resistencia: 240 Kg/cm²

Especimen de Ensayo: Cilindros

Aditivo: Sin Aditivo

Curado: 10 % Concentración de Sulfato de Sodio

Cuadro Comparativo de resistencias a la Compresión y Flexión



Resistencia (Kg/cm ²)			
Dias	0	28	91
Compresión	0	242.95	331.34
Flexión	0	53.71	60.53

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL**

Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

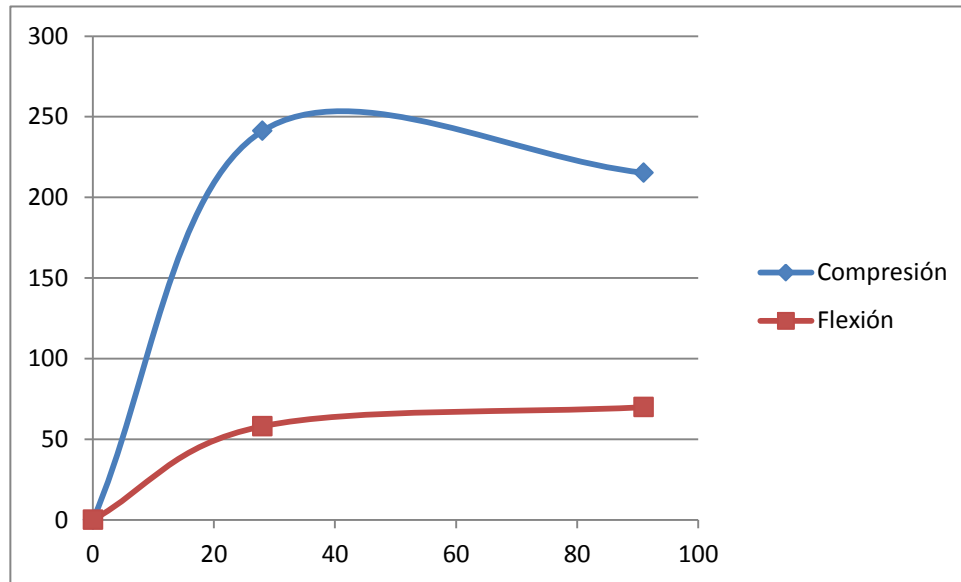
Resistencia: 240 Kg/cm²

Especimen de Ensayo: Cilindros

Aditivo: Sika

Curado: 10 % Concentración de Sulfato de Sodio

Cuadro Comparativo de resistencias a la Compresión y Flexión



Resistencia (Kg/cm ²)			
Dias	0	28	91
Compresión	0	241.15	215.27
Flexión	0	58.04	69.88

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL**

Disertación: Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad

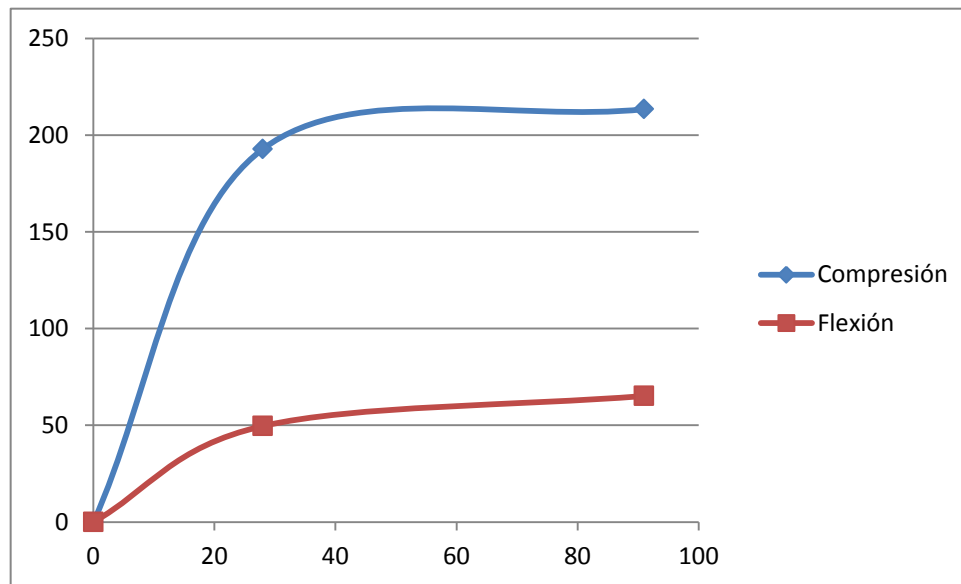
Resistencia: 240 Kg/cm²

Especímen de Ensayo: Cilindros

Aditivo: Aditec

Curado: 10 % Concentración de Sulfato de Sodio

Cuadro Comparativo de resistencias a la Compresión y Flexión



Resistencia (Kg/cm ²)			
Dias	0	28	91
Compresión	0	192.8	213.37
Flexión	0	49.63	65.17

CAPITULO VI “CONCLUSIONES, COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES “

Una vez terminado el trabajo practico de la investigación y procesada la información, se llego a las siguientes conclusiones, comentarios y recomendaciones:

6.1 Conclusiones

Los materiales utilizados en la Investigación fueron extraídos de la cantera “El Volcán“, de la zona de Pintag, en la Tabla 6.1 se resumen los resultados de los ensayos realizados en los mismos y a la vez se compara con las especificaciones respectivas.

AGREGADO FINO			
ENSAYO	Valor Obt.	Especificación	Observación
Granulometría	Ver Grafico 6.1.a.	Ver Grafico. 6.1.a	Granulometría con exceso de finos
Material que pasa tamiz N°200	15.30%	Max 7 % Triturado	No cumple
Equivalente de Arena	79.40%	Min 90 %	No cumple
Terrones de Arcilla	0.54%	≤ 3 %	Si cumple
Gravedad Especifica	2.17	N/A	N/A
Absorción	6.28%	N/A	N/A
Contenido Orgánico	0	≤ Standard	Si cumple
Durabilidad a Sulfatos	6.34%	≤ 10 %	Si cumple

Tabla 6.1.a- Resultados de los Agregados

AUTOR.- Xavier Cevallos

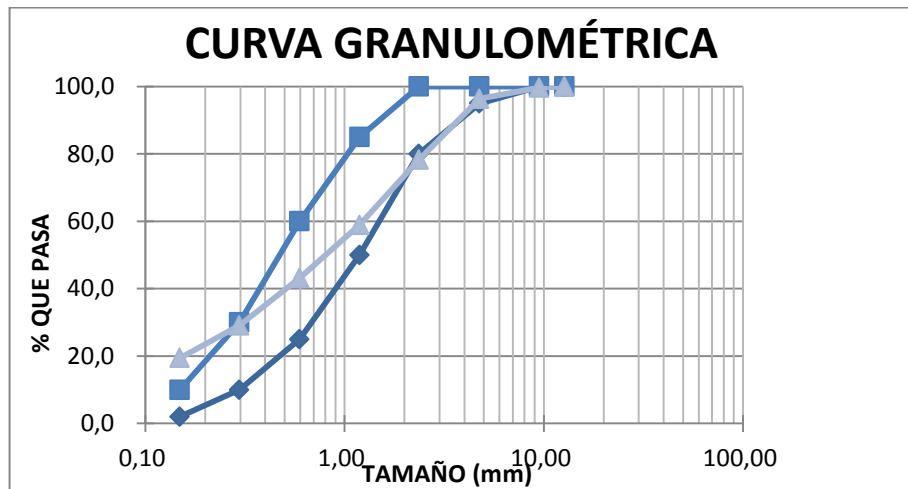


Grafico 6.1.a- Granulometría del Agregado Fino

AUTOR.- Xavier Cevallos

- De los ensayos realizados al agregado fino se pudo establecer, qué el material cumple mayoritariamente con las normas ASTM para la elaboración de hormigones de calidad, siendo de esta manera un agregado que no contiene material orgánico, que es durable a la acción de los sulfatos y tiene un porcentaje de terrones de arcilla bastante pequeño en relación del máximo especificado. Por otra parte no cumple las especificaciones de granulometría, material que pasa el tamiz N° 200 y el de equivalente de arena, estos factores no son perjudiciales en la fabricación de hormigones debido a que se trata de un material producto de trituración.(Ver tabla 6.1.a)

AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	Valor Obt.	Especificación	Observación
Granulometría	Ver Grafico. 6.1.b	Ver Grafico.6.1.b	Granulometría Cont.
Terrones de Arcilla	0.39%	≤ 5 %	Si cumple
Desgaste (Maquina de los Ángeles)	27.25%	≤ 40 %	Si cumple
Partículas Alargadas y Planas	20.80%	No existe	No existe
Gravedad Especifica	2.14%	N/A	N/A
Absorción	4.29%	N/A	N/A
Durabilidad a Sulfatos	1.22%	≤ 18 %	Si cumple

Tabla 6.1.b- Resultados de los Agregados

AUTOR.- Xavier Cevallos

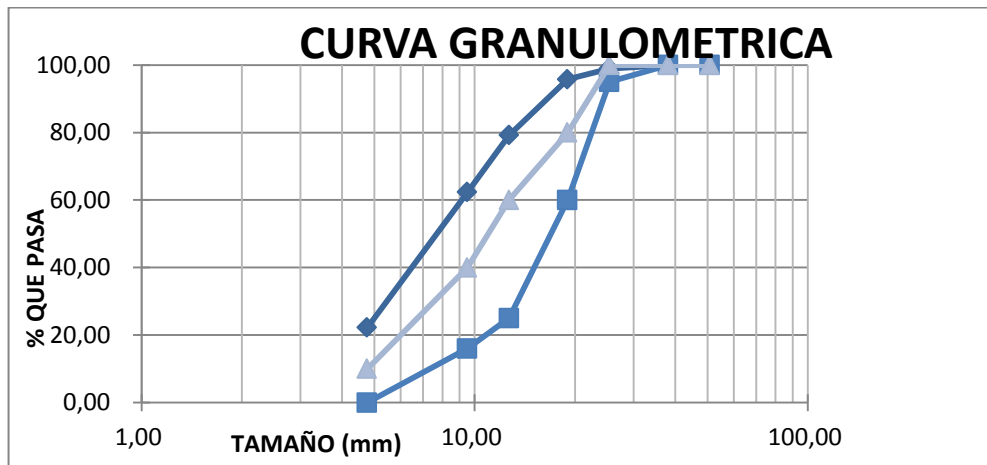


Gráfico 6.1.b- Granulometría del Agregado Grueso

AUTOR.- Xavier Cevallos

- El agregado grueso por su parte, luego de haber sido sometido a los diferentes ensayos enumerados en la tabla 6.1.b, se pudo determinar que es un material idóneo para ser utilizado en la fabricación del hormigón, ya que cumple con todas las especificaciones requeridas para la elaboración de un material de calidad, ya que es durable a la acción de los sulfatos, posee un porcentaje de desgaste bajo en relación a la especificación y además el porcentaje de terrones de arcilla con el que cuenta es mínimo debido a que es un material triturado. (Ver tabla 6.1.b)
- Vale mencionar, que la calidad de un hormigón va íntimamente ligada con la calidad de cada uno de sus componentes, ya que de esta forma se logra una mezcla homogénea y estable que podrá tener un rendimiento longevo, manteniendo sus características y propiedades inalteradas.
- Realizada la mezcla de hormigón sin aditivo y sometida a un curado normal, se pudo comprobar en el periodo de 7 días (momento en el cual se ensayan las primeras muestras de cada una de las dosificaciones) está alcanza el

72.98% de la resistencia obtenida a los 28 días, y cuyo valor es de 244.61 Kg/cm² valor proyectado en este. A los 56 días se obtuvo una resistencia de 260.93 Kg/cm², y a los 91 días de ensayada la muestra se tiene una resistencia de 289.78 Kg/cm², con lo cual se observa que el crecimiento de la resistencia disminuye a partir de los 56 días. Y que corresponden al 6.67 % y al 18.47 %, respectivamente (Ver Grafico 6.1.3.1).

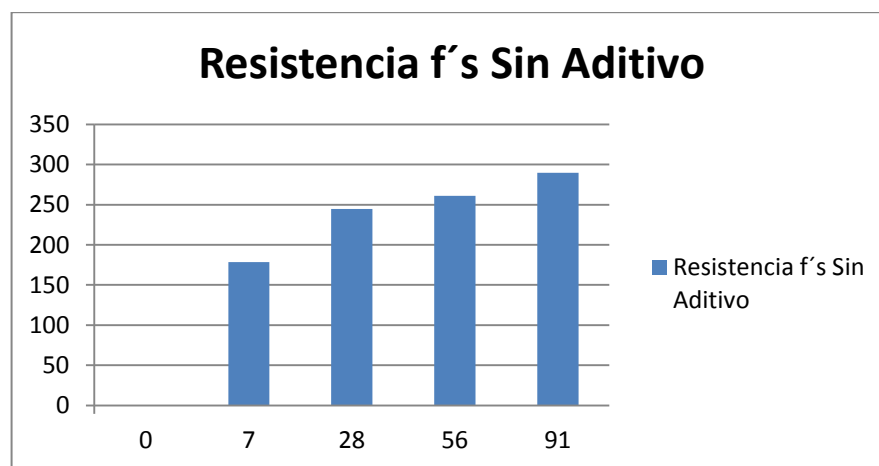


Grafico 6.1.3.1- Resistencia f's de Hormigón Sin Aditivo

AUTOR.- Xavier Cevallos

- El hormigón normal sometido a saturación en la solución de sulfato de sodio al 5%, presenta un crecimiento retardado hasta 7 días, y luego crece significativamente, observándose que la resistencia con respecto a los 28 días aumenta en aproximadamente 59.67 %. Posteriormente a los 56 días se logra una resistencia de 224.56 Kg/cm² y luego a los 91 días alcanza una resistencia de 271.67 Kg/cm². Si se compara las resistencias con la del hormigón expuesto a curado normal, se puede ver un decrecimiento de la resistencia entre los 7 y 91 días, pero a medida que aumenta el tiempo, el decrecimiento es menor. (Ver Grafico 6.1.3.2)

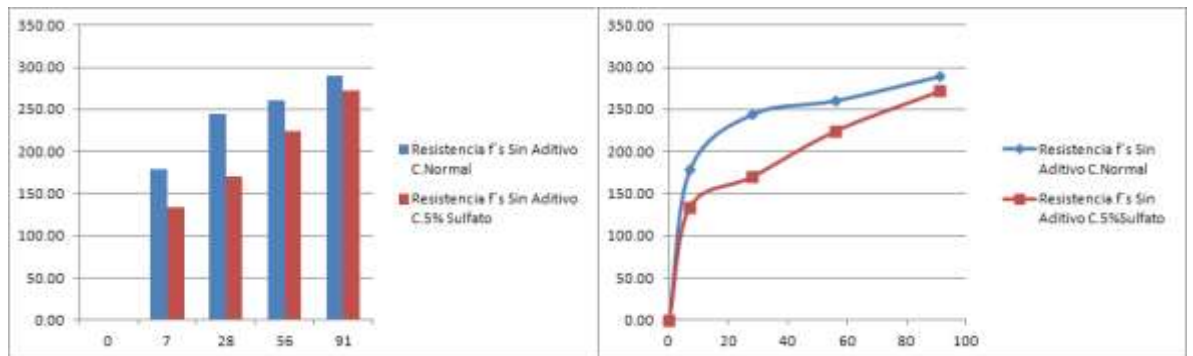


Gráfico 6.1.3.2- Resistencia f's de Hormigón Sin Aditivo de curado normal y curado con 5 % de sulfato de sodio

AUTOR.- Xavier Cevallos

- El hormigón sin aditivo, que fue curado en una concentración de sulfato de sodio al 10%, tiene un comportamiento en su resistencia muy similar al del hormigón curado de una manera normal hasta los 28 días, ya que igual alcanza a los 7 días una resistencia de 177.45 Kg/cm^2 , que es el 73.04% de la resistencia obtenida a los 28 días correspondiente a 242.95 Kg/cm^2 . Es así como la resistencia obtenida a los 56 días es de 297.38 Kg/cm^2 , ya sobre pasa en 22.41% la resistencia obtenida a los 28 días antes mencionada. Observándose un mayor incremento de la resistencia hasta los 91 días, porque esta llega a ser de 331.34 Kg/cm^2 . Comparando las resistencias obtenidas a los 56 y 91 días con la resistencia del hormigón con curado normal se ve un incremento de resistencia en 21.58 % y 35.46 % respectivamente. Este comportamiento se puede atribuir, a un encapsulamiento, debido a que se tuvieron tapadas las muestras, y así no se permitía la salida del calor por el sulfato. (Ver Gráfico 6.1.3.3)

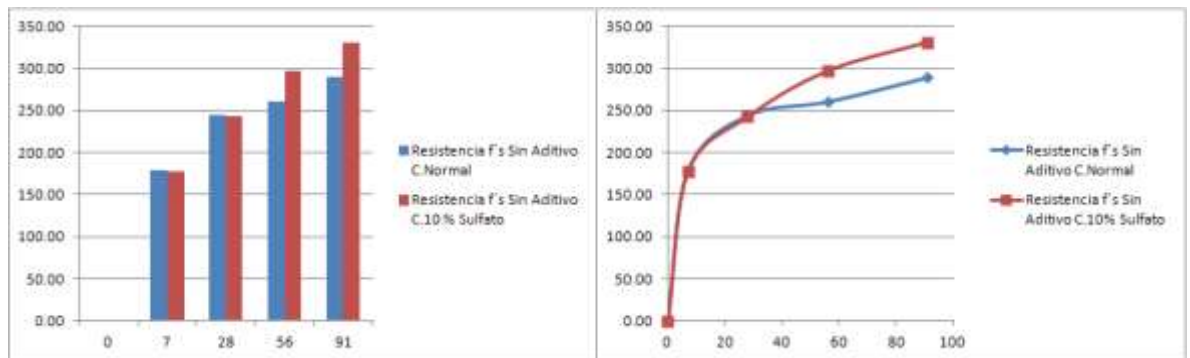


Grafico 6.1.3.3- Resistencia f's de Hormigón Sin Aditivo de curado normal y curado con 10 % de sulfato de sodio

AUTOR.- Xavier Cevallos

- El concreto con Aditivo Sikament-100 de curado normal, presenta un crecimiento retardado de los 7 días hasta los 28 días, apreciando que la resistencia con respecto a los 28 días, cuyo valor es 205.48 Kg/cm² equivale al 57.71 % .Sin embargo su resistencia sube, y es así como, a los 56 días tiene una resistencia de 217.31 Kg/cm² y a los 91 días logra una resistencia de 255.86 Kg/cm² .Si se compara las resistencias con la del hormigón normal, se puede ver un decrecimiento de la resistencia entre los 7 y 91 días, pero a medida que aumenta el tiempo, el decrecimiento es menor, notándose inclusive, que en el periodo entre los 7 y 28 días las pérdidas de resistencia corresponden al 50.56% y 19.04% respectivamente. Cuando alcanzan los 56 días, la pérdida de resistencia tiende a estabilizarse y se da en un 20.07%, y para terminar, a los 91 días esta diferencia decrece notablemente a un 13.26%. (Ver grafico 6.1.3.4)

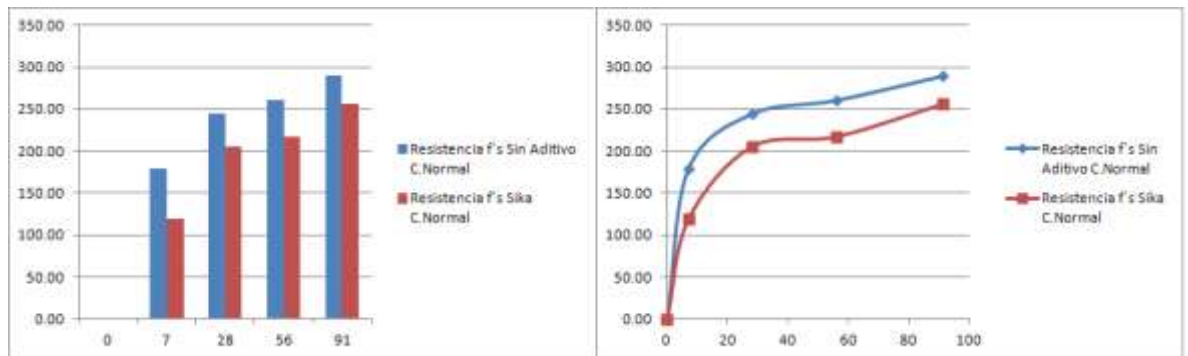


Grafico 6.1.3.4- Resistencia f's de Hormigón Sin Aditivo y Resistencia f's de Hormigón con Sikament-100 de curado normal

AUTOR.- Xavier Cevallos

- El hormigón con Sikament-100 con saturación en la solución de sulfato de sodio al 5%, comienza tarde el desarrollo de su resistencia entre los 7 días, tiene una resistencia de 123.34 Kg/cm², cuando alcanza un 58.28 % de la resistencia de los 28 días, cuyo valor es de 211.63 Kg/cm², con posterioridad, a los 56 días logra una resistencia de 232.51 Kg/cm² y para finalizar, su comportamiento a los 91 días tiene una resistencia final de 246.28 Kg/cm². Si se compara las resistencias con la del hormigón sin aditivo y expuesto a curado normal, se puede mirar un decrecimiento de la resistencia entre los 7 y 91 días, pero a medida que aumenta el tiempo, la diferencia entre las respectivas mezclas es menor, notándose de esta manera que, entre los 7 y 28 días tienen un porcentaje alto de pérdida de resistencia correspondientes al 44.75% y el 15.58% respectivamente. Luego a los 56 días y a los 91 días presentan una diferencia del 10.89 % y del 15.01 % para cada fecha de ensayo. Sin embargo, cabe anotar, que la mezcla con sikament-100 y expuesto a una solución de sulfato de sodio al 5% tiene una resistencia a los 91 días de 246.28 Kg/cm², que es ligeramente superior a la resistencia de los 28 días con curado normal, con un porcentaje muy leve correspondiente al 0.7%. (Ver grafico 6.1.3.5)

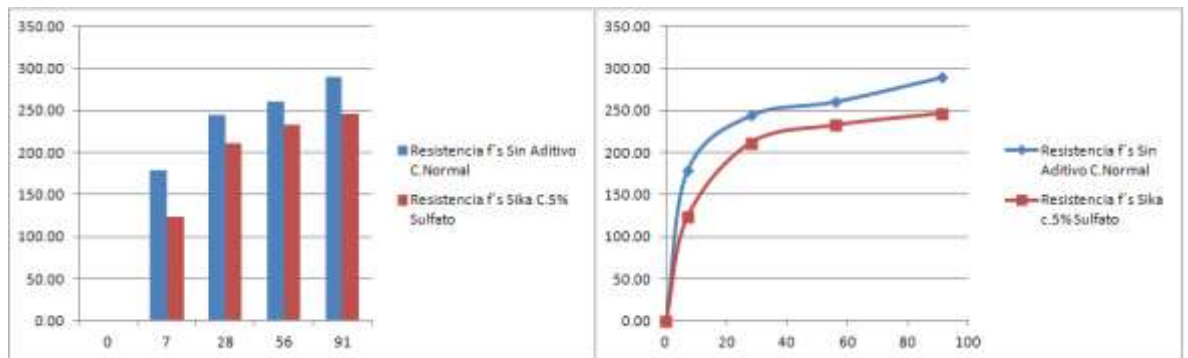


Gráfico 6.1.3.5- Resistencia f's de Hormigón Sin Aditivo de curado normal y Resistencia f's de Hormigón con Sikament-100 con curado de 5% de sulfato.

AUTOR.- Xavier Cevallos

- La mezcla elaborada con Sikament-100 y sometida a una saturación en la solución de sulfato de sodio al 10%, a los 7 días de haber sido elaborada, el hormigón presenta una resistencia de 176.28 Kg/cm², correspondiente al 73.10 % de la resistencia obtenida a los 28 días que fue de 241.15 Kg/cm², posteriormente esta mezcla, a los 56 días logra una resistencia de 243.73 Kg/cm², la misma que disminuye a los 91 días hasta alcanzar una resistencia de 215.27 Kg/cm². Al momento de compararla con el hormigón sin aditivo y de curado normal, se aprecia un comportamiento muy similar en las respectivas resistencias de las dos mezclas hasta los 28 días. Se nota una pérdida de resistencia desde el día 56 que logra 243.73 Kg/cm², en un 7.06 % con respecto a la mezcla sin aditivo y de curado normal, esta pérdida de resistencia es muy apreciable a los 91 días cuando se ensayan las últimas muestras y dan como resultado una resistencia de 215.27 Kg/cm² en donde hay una pérdida que corresponde al 34.61%. De lo expuesto se puede concluir que la mayor concentración de sulfato afecta de una manera significativa la resistencia del hormigón a edades superiores a los 28 días. (Ver gráfico 6.1.3.6)

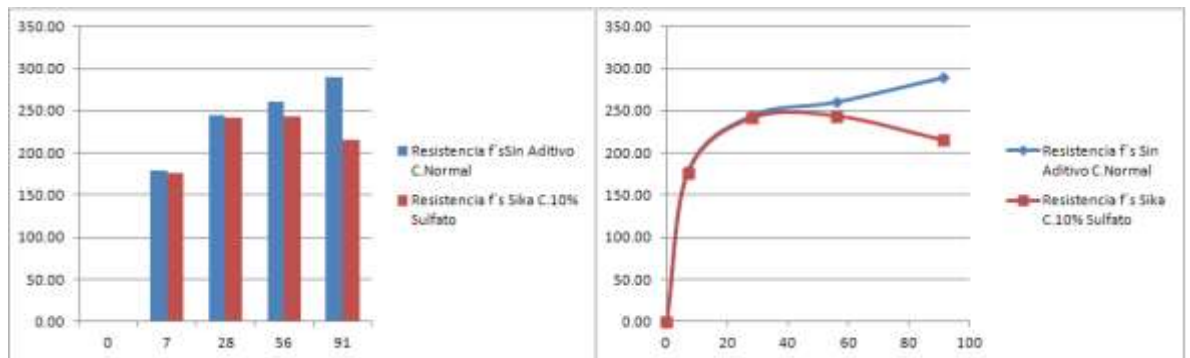


Grafico 6.1.3.6- Resistencia f's de Hormigón Sin Aditivo de curado normal y Resistencia f's de Hormigón con Sikament-100 con curado de 10% de sulfato.

AUTOR.- Xavier Cevallos

- El hormigón que fue fabricado con el súper plastificante Aditec 311-FF y que fue sometido a un curado normal, muestra a los 7 días tiene una resistencia de 154.77 Kg/cm^2 , siendo el 58.13% de la resistencia que alcanza a los 28 días de 266.25 Kg/cm^2 . En los días posteriores de ensayo de la mezcla se aprecia que mejoró notablemente la resistencia, ya que a los 56 días ya cuenta con una resistencia de 314.63 Kg/cm^2 , sin embargo disminuye a los 91 días con 296.35 Kg/cm^2 . Cuando se compara la resistencia con la del hormigón sin aditivo y curado normal, se observa que, a los 7 días de edad de la mezcla, se tiene un comportamiento similar en las resistencias, posteriormente a los 28 días se evidencia una mejora en la resistencia del 8.13%. Sin embargo se puede apreciar a los 56 días se tiene una mejora correspondiente del 20.58%, pero a los 91 días esta mejora disminuye a un porcentaje de 2.27%, siendo muy similares las resistencias obtenidas a los 91 días. Con lo cual, se observa una mejora en la mezcla, debido al uso del súper plastificante, ya que con éste se reducen los vacíos de la mezcla, evitando porosidad y ayudando en la colocación entre los agregados. (Ver grafico 6.1.3.7)

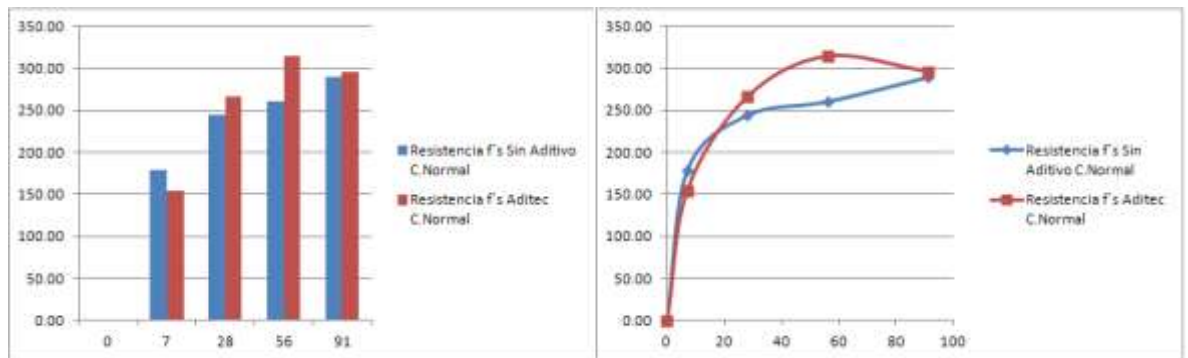


Grafico 6.1.3.7- Resistencia f's de Hormigón Sin Aditivo de curado normal y Resistencia f's de Hormigón con Aditec 311-FF con curado normal.

AUTOR.- Xavier Cevallos

- A partir del hormigón con Aditec 311-FF sometido a saturación en la solución de sulfato de sodio al 5%, se observa un desarrollo de la resistencia muy bueno hasta los 91 días, siendo así, la resistencia a los 7 días 221.84 Kg/cm^2 , que alcanza un 86.87% de la resistencia obtenida a los 28 días, cuyo valor es 255.37 Kg/cm^2 . Con el pasar de los días se logra una resistencia de 291.04 Kg/cm^2 a los 56 días, y esta resistencia disminuye a los 91 días, hasta alcanzar una resistencia de 278.53 Kg/cm^2 . Si se compara las resistencias con la del hormigón expuesto a curado normal, se puede ver que se mantiene una resistencia mayor a los 7, 28 y 56 días con un porcentaje del 24.27%, 4.40% y del 11.54 %, respectivamente. Luego entre las mezclas existe un decrecimiento de la resistencia a los 91 días, ya que el hormigón con aditec 311-FF pierde en relación al hormigón sin aditivo una resistencia del 4.04%. De lo expuesto se puede concluir que el hormigón con aditivo sufre una disminución de resistencia a los 91 días. (Ver grafico 6.1.3.8)

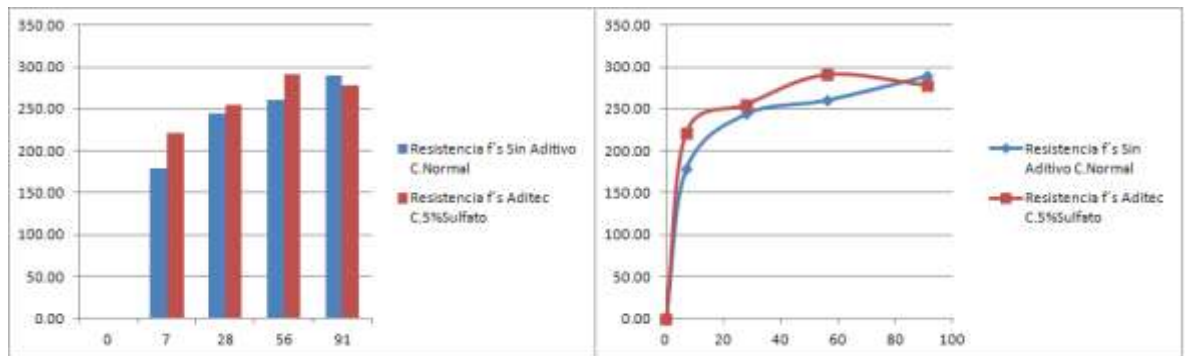


Grafico 6.1.3.8- Resistencia f's de Hormigón Sin Aditivo de curado normal y Resistencia f's de Hormigón con Aditec 311-FF con curado 5% de sulfato

AUTOR.- Xavier Cevallos

- Se puede observar que en el hormigón con Aditec 311-FF sometido a saturación en la solución de sulfato de sodio al 10%, se presenta un crecimiento tardío desde los 7 días, que tiene una resistencia de 118.04 Kg/cm² que es el 61.23% de la resistencia que se obtiene a los 28 días, donde alcanza una resistencia de 192.80 Kg/cm². Es así, como en los días posteriores, el comportamiento de la mezcla se da de la siguiente manera; a los 56 días tiene una resistencia de 213.24 Kg/cm² y a los 91 días logra una resistencia de 213.37 Kg/cm². Si se compara las resistencias con la del hormigón sin aditivo, expuesto a curado normal, se puede ver un decrecimiento de la resistencia entre los 7 y 91 días, donde a los siete días existe una pérdida de resistencia del 51.24%, pero a medida que aumenta el tiempo, el decrecimiento es menor, siendo así las pérdidas de resistencia entre mezclas del 26.87% (28 días) y el 22.36% (56 días), sin embargo está pérdida se acentúa a los 91 días en un 35.81%, esto se interpretaría al igual que en el caso anterior, que el hormigón a partir de los 56 días bajo la acción de los sulfatos, comienza a afectarse en su resistencia mecánica.. (Ver grafico 6.1.3.9)

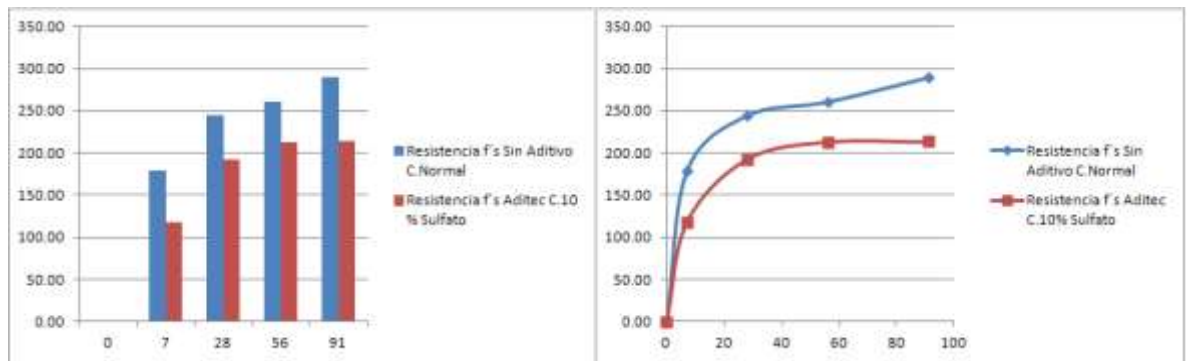


Grafico 6.1.3.8- Resistencia f's de Hormigón Sin Aditivo de curado normal y Resistencia f's de Hormigón con Aditec 311-FF con curado 10% de sulfato

AUTOR.- Xavier Cevallos

- Analizando los resultados de flexión entre Hormigón Sin Aditivo (Curado Normal), Hormigón Sin Aditivo (Curado 5% de sulfato) y Hormigón Sin Aditivo (Curado 10% de sulfato), se observa que la mezcla que tuvo un curado normal presenta resistencias de 43 Kg/cm² (28 días) y de 48.65 Kg/cm² (91 días), las cuales son las más bajas en comparación con las que fueron expuestas, a las diferentes concentraciones de sulfato. Tenemos así; como, al momento de compararla con la mezcla que fue sometida al 5% de sulfato de sodio encontramos que, se alcanza mejores resistencias siendo de 50.64 Kg/cm² a los 28 días y de 55.36 Kg/cm² a los 91 días, con lo cual se tiene un incremento de resistencia del 17.77% y del 13.79% respectivamente. Por otra parte, la concentración del 10% de sulfato de sodio presenta un desarrollo de resistencia inclusive mayor a las dos antes mencionadas, ya que ésta alcanza una resistencia de 53.71 Kg/cm² a los 28 días y a los 91 días logra una resistencia de 60.53 Kg/cm², logrando una mejor resistencia con respecto a la mezcla de curado normal del 24.91% (28 días) y del 24.42% (91 días), y; para finalizar, con respecto de la mezcla sometida al 5% de sulfato de sodio con un incremento de su resistencia del 6.06% y del 9.34% respectivamente. Esto se puede atribuir a que las vigas

de hormigón pasaron más tiempo inmersas en las concentraciones, por lo cual pudieron tener un mejor fraguado que el curado normal. Las vigas se encontraban al fondo de los tanques, situación que pudo haber generado una concentración de mayor calor de hidratación, que provocó un aumento de resistencia, lo que justifica que a mayor concentración de sulfatos, mayor calor de hidratación y resistencia. (Ver grafico 6.1.3.10)

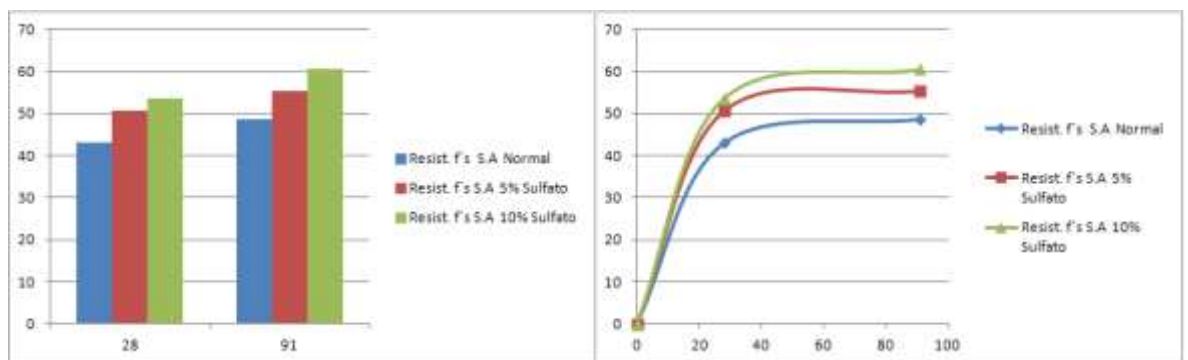


Grafico 6.1.3.10- Resistencia f's de Hormigón Sin Aditivo (curado normal) y Resistencia f's de Hormigón Sin Aditivo (curado 5% sulfato) y Resistencia f's de Hormigón Sin Aditivo (curado 10% sulfato)

AUTOR.- Xavier Cevallos

- Con el ensayo de flexión, se comparan las siguientes mezclas: hormigón sin aditivo y hormigones con aditivos (Sikament-100 y Aditec 311-FF), todos ellos sometidos a un curado normal. Encontramos un comportamiento muy similar entre las mezclas que tienen aditivos, ya que la mezcla con sikament-100 logra resistencias de 48.48 Kg/cm² (28 días) y de 51.28 Kg/cm² (91 días), mientras que la mezcla que contiene aditec 311-FF alcanza la resistencia de 48.38 Kg/cm² y de 51.35 Kg/cm², respectivamente. De esta manera al compararlas con el hormigón sin aditivo que tiene resistencias de 43 Kg/cm² y de 48.65 Kg/cm² a los 28 y 91 días respectivamente, existe una ligera mejora mediante la utilización de los

aditivos respectivos ya que con estos hay un incremento de resistencia del 12.74 % y del 5.41% correspondientes para cada fecha de ensayadas las muestras. Este aumento de resistencia, se puede pensar que se debe al tipo de aditivo que se empleo. (Ver grafico6.1.3.11)

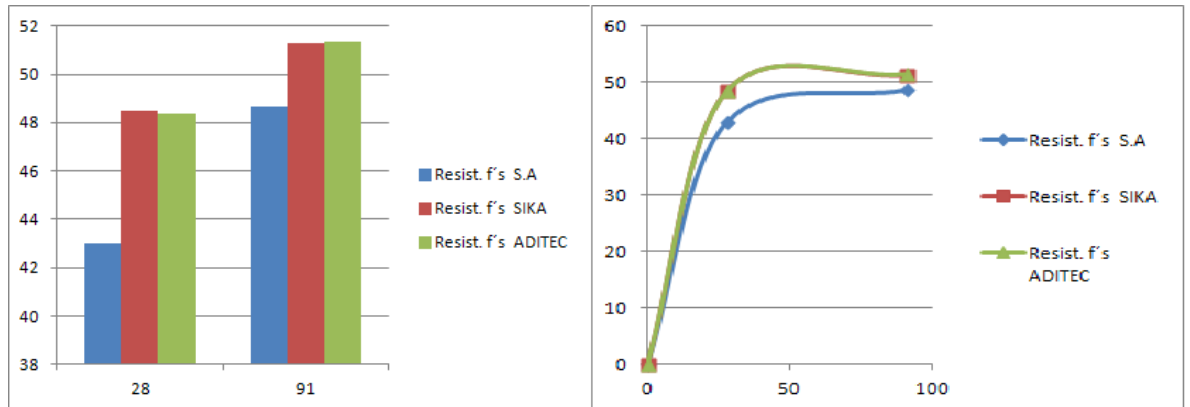


Gráfico 6.1.3.11- Resistencia f's de hormigón sin aditivo y Resistencias f's de hormigones con aditivos (Sikament-100 y Aditec 311-FF), sometidos a curado normal.

AUTOR.- Xavier Cevallos

- De los resultados de la flexión, se compara las siguientes mezclas: Hormigón sin aditivo de curado normal y los hormigones con aditivos (Sikament-100 y Aditec 311-FF) sometidos al 5% de sulfato de sodio. Se encuentra un comportamiento muy similar entre las mezclas que tienen aditivos, durante todo el desarrollo de sus respectivas resistencias. La mezcla con sikament-100 alcanza resistencias de 65.62 Kg/cm² (28 días) y de 68.24 Kg/cm² (91 días), mientras que las mezcla que contiene aditec 311-FF logra resistencias de 63.75 Kg/cm² y de 68.61 Kg/cm², respectivamente. De esta manera al compararlas con el hormigón sin aditivo que tiene resistencias de 43 Kg/cm² y de 48.65 Kg/cm² a los 28 y 91 días respectivamente, se resume que existe una mejora muy importante

mediante la utilización de los aditivos respectivos ya que con estos hay un incremento de resistencia del 52.6 % y del 40.27%, razón por la cual, se puede decir que para el esfuerzo de flexión la utilización de este tipo de aditivo es muy recomendable.(Ver grafico 6.1.3.12)

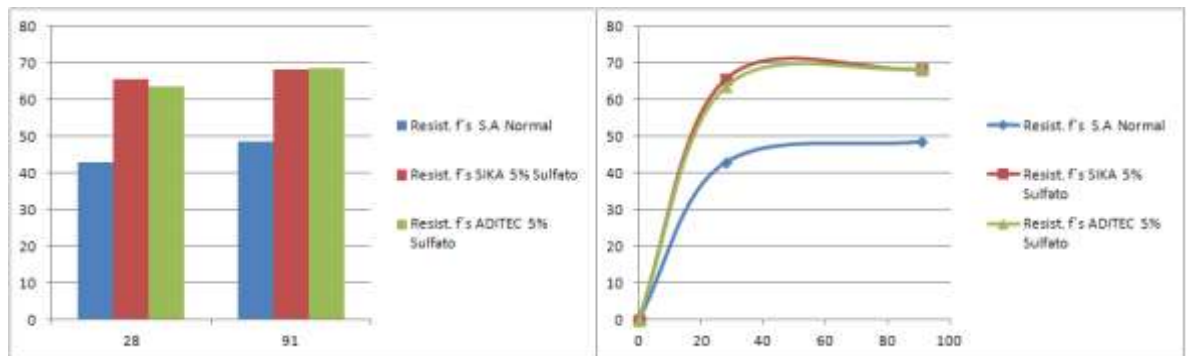


Grafico 6.1.3.12- Resistencia f's de hormigón sin aditivo de curado normal y Resistencias f's de hormigones con aditivos (Sikament-100 y Aditec 311-FF) sometidos a curado 5% de sulfato de sodio.

AUTOR.- Xavier Cevallos

- Para finalizar el análisis de resultados de flexión, se compara las siguientes mezclas: hormigón sin aditivo de curado normal y los hormigones con aditivos (Sikament-100 y Aditec 311-FF) de Curado con 10% de Sulfato de Sodio. Partimos de la mezcla que no tiene aditivo la cual tiene resistencias de 43 Kg/cm² (28 días) y de 48.65 Kg/cm² (91 días), las cuales son bajas en comparación con las otras mezclas que fueron expuestas a la concentración del 10% de sulfato de sodio y que poseen aditivo. Al momento de utilizar el aditivo aditec 311-FF se observa un aumento en la resistencia de flexión del hormigón a pesar de estar sometido a tal concentración, y es así como logra resistencias de 49.63 Kg/cm² y de 65.17 Kg/cm², a los 28 y 91 días respectivamente, que corresponden a un 15.42% y 33.96% de mejoría en cada fecha de realizados los ensayos. En relación al otro aditivo utilizado,

Sikament-100, presenta un mejor comportamiento de resistencia a lo largo de su desarrollo, ya que a los 28 días logra una resistencia de 58.04 Kg/cm² y posteriormente 69.89 Kg/cm² a los 91 días, por lo cual al compararlo con la mezcla sin aditivo este posee una mejoría de 34.98% y 43.66% para cada fecha de ensayo (28 y 91 días). Este aditivo es el que, para este caso de estar sometido a una concentración del 10% de sulfato, tiene un incremento muy notable y es mejor para la resistencia a la flexión, ya que logra mejorías del 16.95% y del 7.24 con respecto al otro aditivo utilizado. Se puede decir por lo tanto que la concentración de sulfato ayuda en parte a que se dé un mejor endurecimiento del hormigón.(Ver grafico 6.1.3.13)

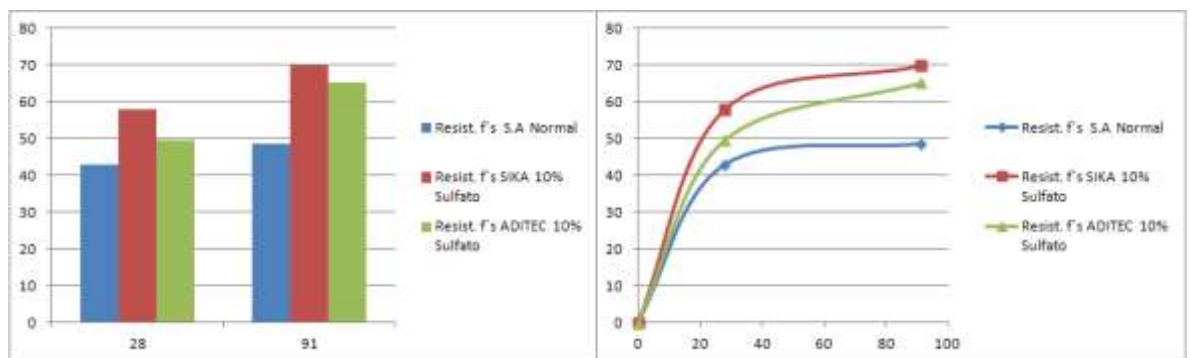


Gráfico 6.1.3.13- Resistencia f's de hormigón sin aditivo de curado normal y Resistencias f's de hormigones con aditivos (Sikament-100 y Aditec 311-FF) sometidos a curado 10% de sulfato de sodio.

AUTOR.- Xavier Cevallos

- Una vez alcanzados los 28 días de edad como lo indica el ACI-318 para poder establecer la resistencia de un hormigón y al ser ensayados en el laboratorio, siguiendo la norma ASTM C-39, cada uno de los especímenes de hormigón elaborados ya sea con o sin aditivo y a su vez expuestos a las diferentes concentraciones de sulfato de sodio han alcanzado e inclusive superado su resistencia de diseño, comprobándose así, a los 91 días de

edad de los especímenes un continuo desarrollo de resistencia por parte de los mismos. Siendo más notable en los cilindros y vigas de hormigón que fueron elaborados con aditivos.

- Al someter al hormigón a un esfuerzo de flexión se comprobó que, el hormigón es un material frágil, razón por la cual éste no tiene la misma capacidad para soportar altos esfuerzos de flexión, y presenta una falla explosiva, más no dúctil.
- El hormigón es un material que tiene una resistencia alta para el esfuerzo de compresión, mas no para la tracción, de los diferentes ensayos realizados se puede establecer, que básicamente la resistencia a la flexión del hormigón varía entre el 17.58% al 25.74% de la resistencia a la compresión, partiendo del hecho que el hormigón es un material frágil que tiene falla de tipo explosiva, y para su correcto uso y funcionamiento debe proveerse algún tipo de refuerzo para suplir su deficiencia a la flexión.(Ver tabla 6.1.3.16)

Tipo de Mezcla de Hormigón	Rel. Flex. Vs Comp. (28 días)
Sin Aditivo Curado Normal	17.58%
Sika Curado Normal	23.59%
Aditec Curado Normal	18.17%
Sin Aditivo Curado 5% Sulfato de Na	29.76%
Sika Curado 5% Sulfato de Na	31.02%
Aditec Curado 5% Sulfato de Na	24.96%
Sin Aditivo Curado 10 % Sulfato de Na	22.11%
Sika Curado 10% Sulfato de Na	24.07%
Aditec Curado 10% Sulfato de Na	25.74%

TABLA 6.1.3.6 Resultados de flexión vs compresión de todas las mezclas

AUTOR.- Xavier Cevallos

- Durante el ciclo de estudio de todas las mezclas, existió diferencias muy notorias cuando se trató de los cilindros y vigas de hormigón que se encontraban expuestas o no a las diferentes concentraciones de sulfato de sodio; Así como por ejemplo, los especímenes que se encontraban expuestos al sulfato, presentaron un color blanquecino muy diferente al color característico del hormigón, además en el momento de ensayar, ya sea los cilindros o las vigas se observaban puntos blancos en los especímenes. Por lo que era de suponer, que los sulfatos, estaban dentro del hormigón, y por tanto, se empezaba un proceso de degradación del material.
- Al momento de comparar las resistencias a compresión de las mezclas que han sido expuestas a los sulfatos, y las que tuvieron un curado normal, se puede observar que los valores obtenidos hasta los 91 días, por parte de las que estuvieron sometidas a los sulfatos fue menor a las de condición normal. Siendo lo contrario en los especímenes ensayados a flexión. A nuestro juicio se puede atribuir a una acción degradante sobre el hormigón, por parte de los sulfatos, lo cual se demuestra que durante la manipulación de los especímenes presentaban un desprendimiento de pasta de cemento, que significa un deterioro del hormigón. En cuanto a los ensayos de flexión, su aumento de resistencia, se puede atribuir al calor de hidratación sobre el hormigón, por parte de los sulfatos, ya que las vigas al encontrarse en el fondo de los tanques, no se permitía una liberación de energía.
- De los resultados, se puede establecer que los sulfatos son agentes agresivos para el hormigón, y que son capaces de modificar sus propiedades físicas, químicas o mecánicas, sin embargo existen algunos

factores capaces de aminorar este impacto o alteración, como es el caso de usar súper plastificantes.

6.2 Comentarios

- A partir de este trabajo de investigación, se deberá continuar con trabajos similares, cambiando las condiciones de curado, como por ejemplo observar la afectación del hormigón sometido a sulfatos de una diferente manera, es decir, ciclos de secado e inmersión, otra sería aumentar los periodos de tiempo en roturas hasta los 128 días y por ultimo renovando las soluciones de curado.
- Conociendo las características desarrolladas por el súper-plastificante como aditivo en la elaboración del hormigón, se podría emplear otros aditivos para así poder comparar los resultados y determinar qué tipo de aditivo es el más indicado para disminuir el deterioro del hormigón sometido a sulfatos.
- Una vez retiradas las muestras de los tanques en los cuales se encontraban sumergidos a una concentración alta de sulfato de sodio, se observó una coloración blanquecina en los especímenes, por lo cual antes de ensayarlos, se los lavaba, por cuanto estaban recubiertos de una pasta que los hacía resbaladizos y en algunos casos, al momento de tomarlos con las manos existía un ligero desprendimiento de pasta de cemento, lo que pudo haber afectado los valores de resistencia en las muestras.

- En todas las mezclas sometidas a la concentración más alta de sulfato, al momento de retirar las muestras de los tanques, fue muy evidente la acción de los sulfatos ya que el desprendimiento de pasta de cemento se realizaba con facilidad, además que al finalizar el ensayo de todas las muestras en el ciclo de estudio de 91 días, se observó en el fondo de los tanques residuos de material entre áridos y cemento, que hacían evidente el desgaste del hormigón.

6.3 Recomendaciones

- La Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Católica debería recopilar todas aquellas investigaciones que los estudiantes han realizado y las que estén por realizarse en el futuro, en lo que al hormigón se refiere, ya que esta disertación puede ser el inicio para futuras investigaciones de hormigón y su comportamiento.
- Vemos que la implementación de un hormigón que cuente con este tipo de aditivo, mejoraría la durabilidad de las estructuras, como, cimentaciones que se encuentren expuestas a sulfatos que sean usados en las diferentes industrias o simplemente cuando estos sulfatos se encuentren en el suelo de forma natural, lo que permitiría, recomendar el uso de este tipo de aditivo, sabiendo los beneficios que se pueden lograr mejorando la calidad y durabilidad de las estructuras expuestas.
- A pesar de que los materiales pétreos, en sus granulometrías no eran buenas según las especificaciones de la norma ASTM C-33, se puede

utilizar estos materiales determinando un porcentaje para cada uno de los agregados, ya sea el fino y el grueso, que nos de cómo resultado un modulo de finura equivalente, a un modulo de finura que correspondería a una buena granulometría. Es por esta razón y basado en los resultados obtenidos en esta disertación, que se pueden utilizar materiales pétreos que en un principio no cumplirían con las especificaciones, pero buscando otros métodos ya probados, se obtienen los resultados esperados.

- En lo que se refiere al laboratorio propiamente dicho, sería una aspiración no solo de estudiantes sino de profesionales, que éste cuente con equipos de alta tecnología para el debido aprovechamiento, sin olvidar que el Laboratorio de la Facultad, tiene un objetivo académico principalmente, para la formación de buenos profesionales.
- Consciente de que es el mejor laboratorio de Ingeniería de la ciudad de Quito y por ende del Ecuador, siendo objetivo en mi apreciación creo que por la experiencia vivida se tendría que implementar recipientes de ensayo (cilindros y vigas) ya que el numero que posee en este momento no cubre totalmente las necesidades que los estudiantes puedan requerir, siendo insuficientes.
- Se debe tener un respaldo en cuanto a maquinaria se refiere, debido a que se pueden presentar inconvenientes como el daño de la mezcladora y eso implica pérdida de tiempo y materiales.

- Dado el número de ensayos que se tuvieron que realizar, el laboratorio no contaba con las capacidades físicas adecuadas para llevar a cabo esta disertación, por lo cual el estudiante tiene que recurrir a sus propios medios y esfuerzos para poder llenar este vacío que existe en la facultad, cuna de nuevos profesionales de ingeniería.

6.4 Bibliografía

- Norma ASTM C-136, "Granulometría de los agregados"
- Norma ASTM C-117, "Materiales que pasan N°200"
- Norma ASTM C-566, "Contenido de Humedad de los Agregados"
- Norma ASTM C-127, "Gravedad Específica y Absorción del Agregado "
- Norma ASTM C-128, " Gravedad Específica y Absorción del Agregado "
- Norma ASTM C-29, "Peso Unitario de los Agregados"
- Norma ASTM C40-99, "Contenido Orgánico"
- Norma ASTM C-142, "Terrones de Arcilla en los Agregados"
- Norma ASTM C-88, "Durabilidad de los Agregados a la Exposición de Sulfatos"
- Norma ASTM C-33, "Propiedades de los Agregados para el Hormigón de Cemento Portland"
- http://html.rincondelvago.com/hormigon_7.html
- <http://212.128.130.23/eduCommons/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/HORMIGON%20IE.pdf>
- http://www.construmatica.com/construpedia/Hormig%C3%B3n:_Propiedades
s
- <http://www.arqhys.com/contenidos/hormigon-propiedades.html>

- <http://www.ingenieracivil.com/2007/09/las-propiedades-del-hormigon.html>
- <http://html.rincondelvago.com/concreto.html>
- <http://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/cemento-portland-usos-y-aplicaciones/>
- <http://elconcreto.blogspot.com/search/label/Fraguado%20del%20Cemento>
- <http://servicios.ebco.cl:5306/BibliotecaTecnica/Normas/NCH%20158%20OF1967.pdf>
- <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/TECNOLOGIA%209.htm>
- <http://distribuidorsika.blogspot.com/2011/03/sikament-n-100-superplastificante.html>
- <http://es.scribd.com/doc/15066547/Patologia-del-concreto>