



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN O PROYECTO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR: JOSÉ MANUEL LEMA GARCÍA

DIRECTOR: Ing. JORGE EFRAÍN CRESPO CRESPO, Mg.

AZOGUES-ECUADOR

2020

*No me gradué en los
50 años de La Cato!*



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL
HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN O PROYECTO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR: JOSÉ MANUEL LEMA GARCÍA

DIRECTOR: JORGE EFRAÍN CRESPO CRESPO

AZOGUES - ECUADOR

2020

*Yo me gradué en los
50 años de La Cato!*

CERTIFICACIÓN

Ing. Jorge Crespo Crespo, Mg
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación denominado: “Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión” desarrollado por José Manuel Lema García, ha sido revisado y autorizado para su presentación.

Azogues, 19 de agosto de 2020



Ing. Jorge Crespo Crespo, Mgs
DIRECTOR

CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, José Manuel Lema García, autor del presente trabajo de investigación denominado:
“Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la
compresión”, certifico que el contenido expuesto es de exclusiva responsabilidad del
autor.

Azogues, 19 de ago. de 20



José Manuel Lema Gracia
CC: 0302711015

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a Dios como ente rector de todo lo que existe en el universo quien me ha brindado de dones necesarios para culminar una etapa de mi carrera que se tornó muy larga en mi vida.

Este logro va dedicado para todas las personas que formaron parte de mi vida, en especial a mis padres Luis Lema y Julia García por compartirme y guiarme durante toda la vida, por ser ejemplo a seguir, por tener paciencia, apoyarme en todo momento, ellos conjuntamente con mis hermanos Mario, Marco, Humberto, Rene, Mercedes, Carlos y primo Ángel me apoyaron incondicionalmente a lo largo de mi carrera universitaria y por ser siempre mi fortaleza gracias a ustedes he logrado concluir con éxito esta etapa que al principio parecía interminable.

Agradecimiento

Como siempre he dicho, todo pasa por la Voluntad de Dios por eso agradezco primero en su nombre, por ponerme en esta profesión tan dura, pero al mismo tiempo hermosa y linda que amo.

A mis padres Luis Lema y Julia García quienes con sus sacrificios y esfuerzos dieron todo para poder seguir estudiando a mis hermanos Mario, Marco, Humberto, Rene, Mercedes, Carlos quienes vieron en mí un ejemplo a seguir, ya que son pilar fundamental en mi vida, por el amor y los valores inculcados, por sus consejos, por su apoyo incondicional a seguir adelante, a enseñarme a no darme nunca por vencido y darme una oportunidad de educarme y convertirme en profesional.

De igual manera mi gratitud al Ing. Jorge Crespo Crespo director del presente trabajo quien dedicó una gran parte de su tiempo para culminar de manera correcta y eficaz el desarrollo y elaboración de este.

A cada uno de los docentes de la carrera de Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues, por brindarme los conocimientos para poder realizarme como profesional, por su amistad y apoyo que a través de sus lecciones y experiencias me prepararon para afrontar los retos que nos pone la vida.

Tabla de Contenido

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.	Antecedentes generales	1
1.2.	Planteamiento del problema.....	2
1.3.	Justificación	3
1.4.	Hipótesis	4
1.5.	Objetivos de la Investigación.....	4
1.5.1.	Objetivo General	4
1.5.2.	Objetivos Específicos	4
1.6.	Definición de zona de estudio.....	5
2.	FUNDAMENTOS TEÓRICO	6
2.1.	Hormigón	6
2.2.	Cemento	7
2.2.1.	Tipos de cementos en el Ecuador	8
2.3.	Agua.....	9
2.4.	Áridos.....	9
2.4.1.	Definición.....	9
2.4.2.	Clasificación de los áridos.....	10
2.5.	Calidad del hormigón.....	13
2.5.1.	Hormigón en estado fresco.....	13

2.5.2.	Propiedades mecánicas en su estado endurecido	15
3.	METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO.....	21
3.1.	Metodología	21
3.2.	Población de muestreo	23
3.3.	Definición de variables	24
3.4.	Procedencia y Análisis de los áridos.....	27
3.4.1.	Origen de los componentes del hormigón.....	27
3.4.2.	Determinación de los áridos y cemento para los ensayos	27
3.4.3.	Procedimiento para la determinación de las características del árido.....	29
3.4.4.	Procedimiento del ensayo granulométrico	30
3.4.5.	Determinación del material más fino	31
3.4.6.	Pasos para el ensayo de la densidad de la grava	31
3.4.7.	Conocer la densidad de la arena paso a paso	32
3.4.8.	Absorción del árido	33
3.4.9.	Proceso para determinar la masa unitaria.....	33
3.4.10.	Ensayo de la máquina de los Ángeles	34
3.4.11.	Humedad natural de los áridos	35
3.5.	Ensayo para determinar la propiedad de Hormigón	36
3.5.1.	Diseño de mezcla	36

3.5.2.	Proceso de mezclado	38
3.5.3.	Producción y curado del cilindro de hormigón	39
3.5.4.	Curado del hormigón.....	39
3.5.5.	Resistencia a compresión	40
3.5.6.	Pasos para conocer la elasticidad	41
4.	RESULTADOS.....	42
4.1.	Información obtenida de la encuesta realizada	42
4.2.	Resultado de los ensayos realizado a los áridos.....	42
4.2.1.	Análisis cribado del árido.....	42
4.2.2.	Resultado de la densidad y absorción del árido	44
4.2.3.	Contenido de Humedad.....	46
4.2.4.	Resultados del ensayo de peso volumétrico	46
4.2.5.	Abrasión del árido grueso	47
4.3.	Dosificación en función de la relación a/c.....	47
4.4.	Resultados de la resistencia a la compresión	48
4.5.	Valores del módulo de elasticidad obtenidos experimentalmente	49
4.6.	Comparación entre los valores obtenidos teóricamente y experimental.....	51
4.7.	Obtención de la expresión de mejor ajuste	52
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57

5.1.	Conclusiones	57
5.2.	Recomendaciones	58
5.3.	Anexos	66
5.3.1.	Anexo 1	66
5.3.2.	Anexo 2	67
5.3.3.	Anexo 3	68
5.3.4.	Anexo 4	69
5.3.5.	Anexo 5	70
5.3.6.	Anexo 6	71

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1.1	Módulo de elasticidad del hormigón	1
Ecuación 2.1	Modulo de elasticidad experimental	20
Ecuación 3.1	Tamaño de muestra	23
Ecuación 3.2	Población finita	27
Ecuación 3.3	Resistencia a compresión del hormigón.....	41
Ecuación 4.1	Ecuación del módulo de elasticidad para áridos empleados en Hormicenter	55

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1.1	Ubicación de la ciudad de Azogues en el mapa del Ecuador(Cárdenas & Cárdenas, 2005).	5
-----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------	---

Ilustración 2.1 Componentes del hormigón.	6
Ilustración 2.2 Condiciones de humedad de los áridos (Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2010).....	11
Ilustración 2.3 Ensayo del asentamiento. Cono de Abrams. (Pasino, 2004)	14
Ilustración 2.4 Prensa hidráulica y espécimen cilíndrico (Autor).....	15
Ilustración 2.5 Curva de distribución de la resistencia. (Romo, 2008)	17
Ilustración 2.6 Curva esfuerzo vs deformación del hormigón (Autor).....	17
Ilustración 2.7 Curva esfuerzo vs deformación para el hormigón (Autor)	18
Ilustración 2.8 Curva esfuerzo vs deformación para diferentes resistencias del hormigón. (Romo, 2008).....	19
Ilustración 2.9 Ensayo de módulo de elasticidad (Autor).....	20
Ilustración 2.10 Esfuerzo vs Deformación. método de la secante (Autor)	20
Ilustración 3.1 Variables de un proceso al diseño experimental. (Gutiérrez & Salazar, 2008)	25
Ilustración 3.2 Principales proveedores de hormigón premezclado en la ciudad de Azogues según preferencia entre profesionales de la construcción (Autor).....	28
Ilustración 3.3 Reducción de la muestra a una cantidad de ensayo (Autor).	30
Ilustración 3.4 Determinar el estado SSS del árido (Autor).....	32
Ilustración 3.5 Ensayo de peso volumétrico compactado del árido grueso (Autor).	34
Ilustración 3.6 Lavado del árido después de las 500 revoluciones (Autor).	35

Ilustración 3.7 Secuencia de paso para la dosificación. (Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2010).....	37
Ilustración 3.8 Hormigón fresco (Autor).	38
Ilustración 3.9 Desencofrado y enumeración de los cilindros (Autor).	40
Ilustración 3.10 Curva esfuerzo vs deformación unitaria del hormigón (Autor).	41
Ilustración 4.1 Análisis granulométrico del árido de tamaño nominal 3/4" (Autor).....	43
Ilustración 4.2 Granulometría del árido combinado 50% A y 50% B (Autor)	43
Ilustración 4.3 Análisis granulométrico del árido fino del sector Santa Isabel (Autor).....	44
Ilustración 4.4 Módulo de finura del árido del sector de Santa Isabel (Autor).....	44
Ilustración 4.5 Resistencia a compresión vs relación agua/cemento.	49
Ilustración 4.6 Relación a/c vs módulo de elasticidad experimental.	51
Ilustración 4.7 Relación entre los valores obtenidos experimentalmente y los teóricos.....	52
Ilustración 4.8 Línea de tendencia y correlación de los resultados obtenidos del hormigón fabricado con materiales de Hormicenter.	54
Ilustración 4.9 Valor de k con un nivel de confianza 95%.....	55
Ilustración 4.10 Comparación de las ecuaciones obtenidas experimental y la ACI 318, NEC 2015.....	56
Lista de Tablas	
Tabla 1.1 Módulo de elasticidad del árido se su procedencia.....	2
Tabla 2.1 Principales compuestos químicos del cemento Portland.	7

Tabla 2.2 Tipo cemento INEN 152	8
Tabla 2.3 Cemento según el uso	8
Tabla 2.4 Tipo de cementos según el desempeño.	9
Tabla 2.5 Clasificación del árido de acuerdo con el valor del módulo de finura.	12
Tabla 2.6 Consistencia del hormigón estado fresco.	14
Tabla 3.1 Valores de $Z_{(1-\alpha/2)}$ y $Z_{(1-\beta)}$, función de la seguridad.	23
Tabla 3.2 Valores de $Z_{(1-\beta)}$, en función del poder estadístico.	23
Tabla 3.3 Descripción para cada lote de muestras de hormigón (Autor).	40
Tabla 4.1 Densidad y absorción del árido de Santa Isabel.	45
Tabla 4.2 Densidad y absorción del árido grueso combinado	45
Tabla 4.3 Humedad en campo de los áridos	46
Tabla 4.4 Peso volumétrico del árido fino de sector de Santa Isabel.	47
Tabla 4.5 Peso volumétrico del árido grueso combinado.	47
Tabla 4.6 Dosificación en peso para un metro cubico de hormigón para cada relación a/c. ...	48
Tabla 4.7 Resultado de compresión del hormigón según la relación a/c.	48
Tabla 4.8 Módulo de elasticidad del hormigón, obtenidos en laboratorio para diferentes relaciones agua/cemento.	50
Tabla 4.9 Diferencia del valor experimental, ACI 318 y NEC 2015.	52

Resumen

El hormigón es uno de los materiales de construcción de mayor versatilidad y facilidad de fabricación que existe en la actualidad, razón por la cual se ha constituido en el de mayor uso en el mundo. Sus componentes principales varían en cada lugar debido a características propias, que, a su vez provocan también variabilidad en las propiedades mecánicas. Conocer estas propiedades es de suma importancia para brindar a los ingenieros la información necesaria para el dimensionamiento de elementos estructurales.

El módulo de elasticidad es uno de los parámetros más importantes en el diseño de estructuras de hormigón y su valor varía según sus componentes. Conocer su valor característico es una tarea indispensable para garantizar la validez de los cálculos y el diseño estructural. La presente investigación pretende determinar el módulo de elasticidad del hormigón elaborado con áridos y cementos de mayor expendio en la ciudad de Azogues y sus alrededores.

El proyecto consiste en realizar pruebas en probetas cilíndricas de hormigón endurecido para determinar simultáneamente las resistencias compresivas y los módulos estáticos de elasticidad de cada muestra. Los ensayos se realizarán de acuerdo con lo estipulado por la organización American Society of Testing Materials a través de las normas ASTM C 39 y ASTM C 496. Los resultados de los ensayos permitirán establecer una correlación entre estos dos parámetros y desarrollar una ecuación similar a las de Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015) y el American Concrete Institute (ACI 318).

Palabras claves: ÁRIDO, CEMENTO, HORMIGÓN, COMPRESIÓN, RESISTENCIA, ELASTICIDAD, COMPRESÓMETRO.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes generales

El módulo de elasticidad es un factor indispensable en el diseño y construcción de estructuras, su valor se encuentra en función de las características y cantidad de sus componentes ya que para cada resistencia varia su contenido. En el Ecuador se han realizado algunas investigaciones similares obteniendo resultados inferiores a los teóricos estimados con las ecuaciones propuestas por el ACI 318. (Serpa & Vázquez, 2018)

El valor del módulo de elasticidad se obtiene con *Ecuación 1.1*, que se encuentra en función de la resistencia a la compresión.(ACI Committee 318, 2019)

$$E_c = 15100\sqrt{f'_c}$$

Ecuación 1.1

Donde:

E_c =módulo de elasticidad, (kg/cm²).

f'_c =resistencia a la compresión, (kg/cm²).

Fuente: (ACI Committee 318, 2019)

La norma NEC-2015, dispone de una ecuación que depende de la resistencia y del módulo de elasticidad del árido y también presenta alguno valores de la elasticidad del árido como se observan en la *Tabla 1.1*.(Arequipa et al. 2012)

Tabla 1.1 *Módulo de elasticidad del árido se su procedencia.*

TIPO	PROCEDENCIA	Ea (GPa)
Caliza (Formación. San Eduardo)	Guayaquil-Guayas	67.9
Chert (Formación. Guayaquil)	Guayaquil- Guayas	15.8
Diabasa (Formación Piñón)	Chivería – Guayas	89.3
Tonalita	Pascuales – Guayas	74.9
Basalto (Formación. Piñón)	Picoazá -Manabí	52,5
Basalto	Pifo- Pichincha	27.2
Ígnea (Andesitas, basaltos, granodioritas)	Rio Jubones – EL Oro	110.5
Volcánica	La Península – Tungurahua	17.5

Fuente: (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

Según Arequipa, Coba, Garzón, & Vargas, (2012), estudios realizados en la Universidad Central del Ecuador, demuestran que los módulos de elasticidad fabricados con áridos de origen volcánico proveniente del sector de San Joaquín, en los alrededores de Quito, son considerablemente menores a los calculados mediante la Ecuación 1.1.

En la investigación realizada en la Universidad de Cuenca se determinó que la elasticidad calculado mediante la Ecuación 1.1 difiere a la obtenida experimentalmente según el procedimiento de la norma ASTM C469. Para la relación a/c 0,6 los valores presentan errores que se encuentra en un rango entre -7.39% a 4.65%, y para 0.5 presenta errores hasta de un 14% con respecto a la fórmula del ACI 318. Los autores concluyen que la ecuación de la NEC 2015 no requiere de ningún cambio. (Serpa & Vázquez, 2018)

1.2. Planteamiento del problema

La elasticidad del hormigón es un parámetro que establece una proporcionalidad entre esfuerzo y deformación del material por lo que es considerado una parte fundamental en un proyecto de

hormigón armado. Conocer el límite del rango elástico es una condición necesaria para que todo proyectista estructural pueda establecer un diseño seguro y eficiente.

De acuerdo con Gallego & Sarria, (2012), variaciones del módulo de elasticidad aumentan la incertidumbre de la rigidez de un sistema estructural y por ende en el tamaño de las secciones de los elementos estructurales. Para estimar este parámetro el American Concret Institute 318-14 en el capítulo 19 de su parte reglamentaria indica que el módulo de elasticidad del hormigón se calcula con la *Ecuación 1.1* y además indican que el módulo de elasticidad del hormigón es sensible al módulo de elasticidad del agregado y a la dosificación de la mezcla del hormigón. Por otro parte hace referencia que los valores medidos pueden variar entre el 80% y 120% de los valores estimados.

De igual forma la NEC-2015, dispone de un conjunto de expresiones para estimar el módulo elástico en las que uno de sus parámetros varía de acuerdo con el tipo de árido y su región de procedencia. Lamentablemente, el documento no dispone de estudios para los áridos que se emplean en la zona austral, dejando a elegir al proyectista de entre algunas opciones que darán resultados distintos y sin brindar la fiabilidad necesaria al diseño.

1.3. Justificación

Para establecer la importancia del tema, se indica que, el hormigón endurecido varía de acuerdo con sus componentes. El valor de la elasticidad del hormigón es indispensable en el diseño de una estructura. El dimensionamiento de los elementos estructurales dependerá de los valores asignados a cada clase de hormigón y su comportamiento mecánico ante la acción de las cargas de servicio. Conocer con certeza estos valores permitirá a los ingenieros calculistas garantizar la seguridad estructural necesaria para resguardar la vida de los ocupantes.

Es indispensable que la industria de la construcción requiera o disponga de hormigón de calidad para la ejecución de obras civiles y este se encuentre cumpliendo con las normas nacionales e internacional. (Rivera, 2013)

1.4. Hipótesis

Debido a que existe diferentes tipos de cementos y áridos que influyen en la composición del hormigón en la zona de estudio, se establece como hipótesis que es posible desarrollar experimentalmente una función que relacione, con suficiente certeza, la elasticidad y la compresión del hormigón, fabricado con materiales que presenta mayor demandan en la ciudad de Azogues y sus alrededores.

1.5. Objetivos de la Investigación

1.5.1. Objetivo General

Establecer una correlación entre el módulo de elasticidad y la resistencia a compresión del hormigón fabricado con áridos y cemento de mayor expendio en la ciudad de Azogues, mediante una ecuación obtenida a través de ensayos en laboratorio y análisis estadísticos.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Identificar el árido y cemento de mayor demanda en la ciudad de Azogues.
- Determinar las características de los áridos que se emplean en el hormigón.
- Diseñar mezclas de hormigón en función de la relaciona agua/cemento.
- Determinar el máximo esfuerzo y modulo elástico, de acuerdo con la norma ASTM C39 y ASTM C469.
- Obtener un análisis estadístico de los resultados, determinado la función de mejor ajuste y comparar con lo propuesto de la norma NEC 2015 y ACI 318.

1.6. Definición de zona de estudio

El lugar de estudio está en la ciudad de Azogues de la provincia del Cañar, se encuentra ubicado en el sur del Ecuador. Cuyos límites se extiende en aproximadamente 1200Km², está ubicado geográficamente hacia el norte de la Cuenca del Río Paute limitado políticamente al norte con la provincia del Chimborazo y Morona Santiago, al este y sur con la provincia del Azuay y al oeste con los cantones Déleg y Biblián.

En la Ilustración 1.1 se puede observar la ubicación de la ciudad de Azogues en el mapa político del Ecuador



Ilustración 1.1 Ubicación de la ciudad de Azogues en el mapa del Ecuador(Cárdenas & Cárdenas, 2005).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICO

2.1. Hormigón

Es un material que está compuesto de partículas inertes (árido grueso y fino), unidos por un aglomerado cementante (cemento portland y agua), en la Ilustración 2.1 puede observar la variación de las proporciones usadas en el hormigón, en volumen absoluto. La barra 1 y 3 representan mezclas ricas con agregados de pequeño tamaño. Las barras 2 y 4 representan mezclas pobres con agregadas gruesos. (Kosmatka S. , Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004)

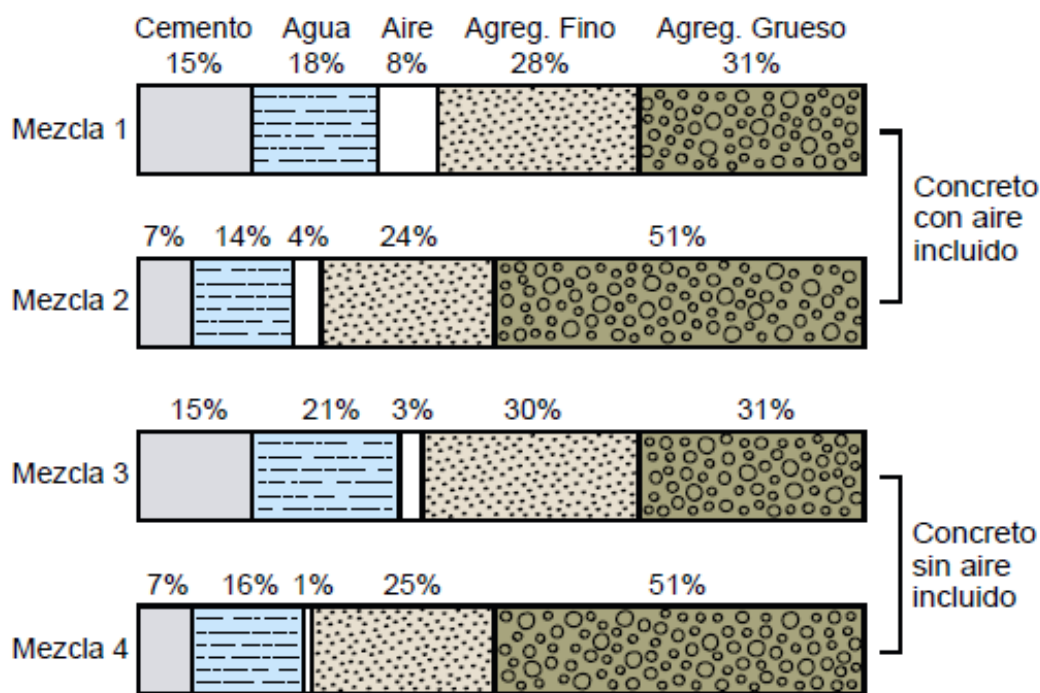


Ilustración 2.1 Componentes del hormigón.

Fuente: (Kosmatka et al., 2004)

2.2. Cemento

Se define como cemento a la pasta que permite unir materiales formando una masa compacta con mayor resistencia y durabilidad adecuada. (Sánchez, 2000)

El cemento portland es la mezcla de materiales clasificados que se combina en cantidades controladas para no alterar el producto final. (Rivera, 2013)

El proceso para fabricar cemento consiste en la pulverización materia prima que se mezcla con caliza y arcilla en cantidades adecuadas para luego ser calcinadas, durante este proceso ocurre la cristalización. Posteriormente se enfría y a continuación se adiciona yeso para luego ser molido finalmente. El resultado final es el cemento portland que es utilizado en gran escala en todo el mundo. (Rivera, 2013)

El cemento portland está compuesto químicamente de sílice, cal, aluminio y óxido de hierro, estos compuestos químicos pueden brindar al cemento diferentes características, que dependen principalmente de su composición química. Los principales compuestos químicos que forman parte del Clinker portland se presenta en la *Tabla 2.1*. (Sánchez, 2000)

Tabla 2.1 *Principales compuestos químicos del cemento Portland.*

Nombre	Símbolo	Descripción
Silicato Tricálcico	C3S	Presenta una alta resistencia inicial debido a su excelencia de Clinker
Silicato Dicálcico	C2S	Debido a su baja calor de hidratación necesita varios días para fraguar completamente
Aluminio Tricálcico	C3A	Presenta un fraguado instantáneo
Ferroaluminato Tetracálcico	C4AF	Sirve como un relleno con poca resistencia y también actúa en la disminución de la temperatura del Clinker

Fuente: (Sánchez, 2000)

2.2.1. Tipos de cementos en el Ecuador

Se obtiene diferentes tipos de cementos cuando en el proceso de molienda se adiciona ciertas sustancias como puzolanas, cenizas volcánicas, escorias siderúrgicas. (Rivera, 2013)

Los cementos se clasifican según sus componentes que se requieran en la obra:

Tabla 2.2 Tipo cemento INEN 152

Tipo	Descripción
I	Cuando no se requiere de propiedades especiales
II	Para uso en general
III	Alta resistencia inicial
IV	Bajo calor de hidratación
V	Alta resistencia a la acción de los sulfatos

Fuente:(INEN 152,2005)

Cementos Hidráulicos compuestos para uso en construcción de hormigón en general:

Tabla 2.3 Cemento según el uso

Tipo	Descripción
IS	Cemento Portland de escoria de altos hornos
IP	Cemento portland puzolánico
p	Cemento compuesto ternario, no se requiere alta resistencia
I(PM)	Cemento compuesto puzolánico modificado
I(SM)	Cemento Portland escoria modificado
S	Cemento Portland escoria para uso combinado

Fuente: (INEN 490, 2005)

Y la norma NTE INEN 2380, (2010), establece en función del desempeño del hormigón y estas se clasifican como:

Tabla 2.4 *Tipo de cementos según el desempeño.*

Tipo	Descripción
GU	Construcción general
HE	Alta resistencia inicial
HS	Alta resistencia a los sulfatos
MH	Moderado calor de hidratación
LH	Bajo calor de hidratación

Fuente: (NTE INEN 2380, 2010)

2.3. Agua

Para que el cemento actúa se necesita del agua esta tiene que ser limpia, ya que al ser contaminado puede alterar la mezcla, es un elemento esencial en el hormigón en su estado fresco y endurecido. En el estado fresco el agua participa en la hidratación del cemento permitiendo desarrollar su capacidad ligante, también define la manejabilidad; mientras que, en su estado endurecido se utiliza el agua para la hidratar eficientemente el cemento. (Quiroz & Salamanca , 2006)

2.4. Áridos

2.4.1. Definición

Son materiales inertes de forma granular, que proviene de una roca madre o de la trituración realizada por el hombre permitiendo obtener partículas de forma y tamaño adecuado, porque sus característica y propiedades depende de su origen. (Sánchez, 2000)

2.4.2. Clasificación de los áridos

Los áridos que utilizan en el hormigón se clasifican por su tamaño, procedencia y densidad estos tres grupos son esenciales para definir claramente un árido. (Sánchez, 2000)

2.4.2.1. Por su procedencia

- Áridos naturales. - son los que provienen naturales. (Kosmatka et al., 2004)
- Áridos artificiales. - son lo que se obtienen mediante un proceso de trituración de rocas. (Kosmatka et al., 2004)

2.4.2.2. Por su tamaño

- Áridos grueso. – el árido grueso es toda partícula que tenga tamaño superior a 4,76mm. (Kosmatka et al., 2004)
- Árido fino. – son aquellas partículas que tiene un tamaño inferior a 4,76mm conocida comúnmente en nuestro medio como arena. (Kosmatka et al., 2004)

2.4.2.3. Por su densidad

Los áridos también se clasifican por la densidad de la partícula es decir por su constitución mineralógica y su porosidad. (Quiroz & Salamanca , 2006).

Según su densidad los áridos se clasifican en:

- Ligeros. - los áridos ligeros son los que poseen una gravedad específica $G_s < 2.5$, se utiliza en la producción de mamposterías. (Quiroz & Salamanca , 2006)
- Normales. - son los que encuentra dentro del siguiente rango $2.5 < G_s < 2.75$. se aplica en la producción de hormigón de densidad normal. (Quiroz & Salamanca , 2006)

- Pesados. - son los áridos pesados que poseen una gravedad específica $G_s > 2.75$, se emplea en blindaje de radiación y para contrapesos del hormigón. (Quiroz & Salamanca, 2006)

2.4.2.4. Condición de Humedad

Existe cuatro condiciones de humedad para los áridos, las mismas que poseen agua en sus poros o en la superficie como se puede observar en la Ilustración 2.2. (Quiroz & Salamanca, 2006)



Ilustración 2.2 Condiciones de humedad de los áridos (*Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2010*).

2.4.2.5. Absorción del árido

La absorción es la falta de agua en el árido, este penetra en los poros hasta conseguir su estado saturado superficialmente seca. (Mamlouk M. & Zaniewski, 2009)

Determinar la absorción del árido es una parte fundamental para el contenido del agua en la mezcla del hormigón. Debido a que los áridos poseen poros estos pueden estar secos o húmedos lo que influye directamente en el porcentaje de agua necesaria para la elaborar el hormigón. (Quiroz & Salamanca, 2006)

2.4.2.6. Ensayos granulométricos

Se entiende como granulometría a la separación de las partículas según su tamaño. Los resultados son presentados en una gráfica de coordenada semilogarítmica que permiten observar la distribución acumulada. (Rivera, 2013)

2.4.2.7. Finura del árido

Es el promedio logarítmico de la distribución granulométrica, que indica de manera práctica el predominio de las partículas finas o gruesas de una muestra. En la producción de hormigón el rango de finura del árido es de 2.3 a 3.1, permitiendo llenar los espacios vacíos que deja el árido grueso, ya que al tener partículas muy gruesas se tendrá una mezcla áspera. (Sánchez, 2000)

Tabla 2.5 *Clasificación del árido de acuerdo con el valor del módulo de finura.*

Módulo de Finura	Árido Fino
Menor que 2.0	Muy fino o extrafino
2.0-2.3	Fino
2.3- 2.60	Ligeramente fino
2.60-2.90	Mediana
2.90-3.20	Ligeramente gruesa
3.20- 3.50	Gruesa
Mayor que 3.50	Muy gruesa o extra gruesa

Fuente: (Rivera, 2013)

2.4.2.8. Masa unitaria

Es la masa de una muestra de árido es decir el volumen que ocupa el conjunto de partículas en un recipiente de volumen conocido. Al colocar árido en un recipiente se acomodará las partículas reduciendo los espacios que dejan entre ellas esto se obtiene cuando se coloque mayor cantidad de material en el recipiente. (Sánchez, 2000)

2.4.2.9. Sustancias perjudiciales en el árido

En los áridos se pueden encontrar sustancias perjudiciales como suelo fino (limo o arcilla) que pueden estar recubriendo las partículas del árido afectando la adherencia del cemento en los áridos, afectando la resistencia y la durabilidad del hormigón. Si se encuentra grandes cantidades de suelo fino alteraría el contenido del agua para la mezcla. (Neville, 2014)

2.4.2.10. Dureza del árido

Los áridos empleados en el hormigón tienen que ser resistentes a desgaste por abrasión. “El desgaste del áridos es una propiedad que depende de la constitución mineralógica, estructura y el origen del árido”(López, 2000).

2.5. Calidad del hormigón

2.5.1. Hormigón en estado fresco

2.5.1.1. Consistencia

Es el estado de fluidez que posee el hormigón, es decir la capacidad de adquirir la forma del encofrado debido al contenido del agua y su amasado, llenando los espacios vacíos alrededor de los elementos que lo contienen. (Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2010)

Mediante el cono de Abrams se determina la fluidez del hormigón en su estado fresco. Para determinar la fluidez se emplea un molde metálico de forma de un cono truncado de 10cm la base menor y 20cm la base mayor con una altura de 30cm, se ubica en un lugar firme para proceder a colocar la masa en el molde en tres capas de igual volumen cada capa tiene que ser apisonada 25 veces con una varilla lisa de 16cm de diámetro con una punta redondeada y una altura de 60cm, una vez colocado la mezcla en el cono se tiene que enraizar con la varilla u otro instrumento que nivele la parte superior del cono, se retira el cono verticalmente sin dar vibraciones, se procede a

medir la distancia o diferencia que hay entre la altura del cono a la altura de la masa en forma de cono se conoce con asentamiento, esto se observa en la Ilustración 2.3. (Rivera, 2013)

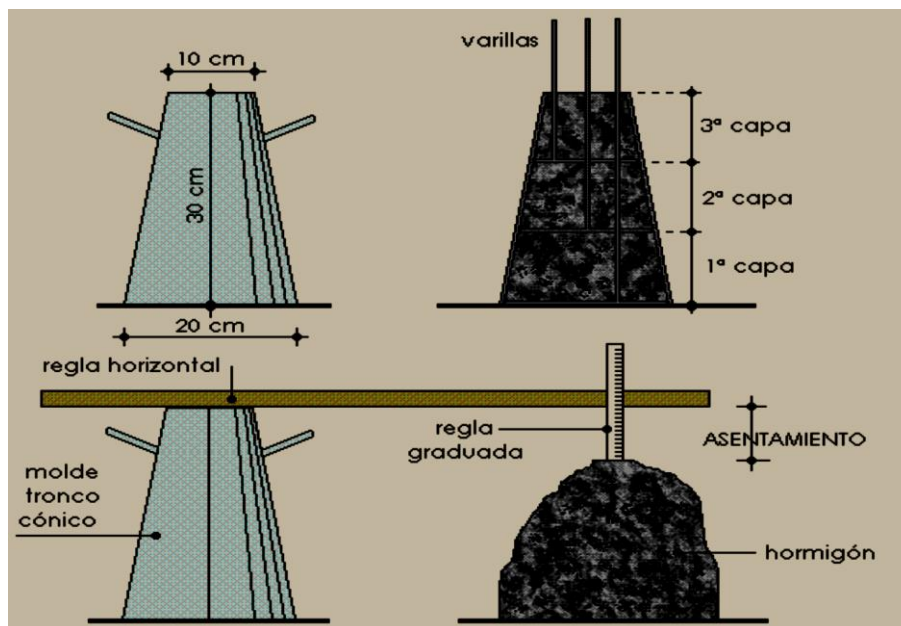


Ilustración 2.3 Ensayo del asentamiento. Cono de Abrams. (Pasino, 2004)

En función del asentamiento del hormigón en su estado fresco se diferencia de acuerdo con la siguiente Tabla 2.6:

Tabla 2.6 Consistencia del hormigón estado fresco

Consistencia del hormigón fresco	
Consistencias	Asentamiento cono de Abrams (cm)
Seca	4
Media	7
Fluida	12
Muy fluida	16

Fuente: (Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2010)

2.5.1.2. Homogeneidad

Mediante la mezcla se tiene que distribuir uniformemente todos los componentes en la masa este proceso se le conocen como homogeneidad del hormigón, otros factores tales como el transporte, colocación en su estado fresco son factores indispensables para tener una buena homogeneidad. (Neville, 2014)

2.5.2. Propiedades mecánicas en su estado endurecido

2.5.2.1. Resistencia a la compresión

Empleando una prensa hidráulica se aplica una fuerza mediante un pistón a un espécimen cilíndrico esta fuerza al dividirse por el área de la sección transversal del espécimen se le conoce como resistencia a la compresión este valor es indispensable en el diseño de elementos estructurales. (Mamlouk M. & Zaniewski, 2009)

En la Ilustración 2.4 se muestra el ensayo de resistencia a la compresión de un espécimen cilíndrico de hormigón.



Ilustración 2.4 Prensa hidráulica y espécimen cilíndrico (Autor).

Producir un hormigón de calidad requiere de varios ensayos ya que, este se encuentra afectado por algunos factores entre ellos se encuentra la cantidad a mezclar de sus componentes, fraguado y su edad. (Mamlouk M. & Zaniewski, 2009)

- El cemento es material que da cierta propiedad al hormigón cuando se adquiere una cantidad adecuada. (Sánchez, 2000)
- Relación agua/cemento es un factor primordial en diseño ya que del dependerá la resistencia que se va a obtener es decir a mayor relación a/c menor será el valor de la resistencia. (Sánchez, 2000)
- Los áridos son elementos importantes en un hormigón puesto que al tener una buena granulometría, forma, textura, resistencia apropiadas se producen un hormigón resistente. (Sánchez, 2000)
- El fraguado es el factor o tiempo que demora en endurecer el hormigón. (Sánchez, 2000)
- La edad del hormigón es el tiempo necesario para que el hormigón alcance la resistencia apropiada, esa edad es de 28 días. (Sánchez, 2000)

Para determinar la resistencia característica se tiene que emplear un factor de seguridad o sobre diseño este valor se obtiene mediante un proceso estadístico, define que solamente un porcentaje de muestra (1%) puede tener una resistencia menor a la resistencia característica. (Instituto Ecuatoriano del Cemento y del Concreto, 2009)

En la Ilustración 2.5 se puede observar la curva de distribución norma o campana de Gauss que se emplea para conocer la resistencia media.

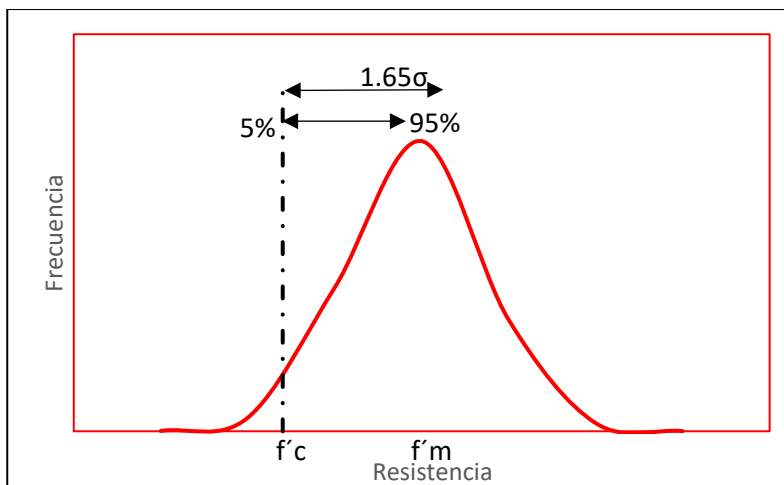


Ilustración 2.5 Curva de distribución de la resistencia. (Romo, 2008)

2.5.2.2. Módulo de elasticidad del hormigón

Otro de las factoras que forma parte importante del hormigón cuando se emplea en una obra o en el diseño de una estructura es su módulo de elasticidad, este se obtiene mediante un ensayo que consiste en la lectura de un deformímetro al aplicar una carga al espécimen cilíndrico esto se puede observar en la Ilustración 2.6. (Romo, 2008)

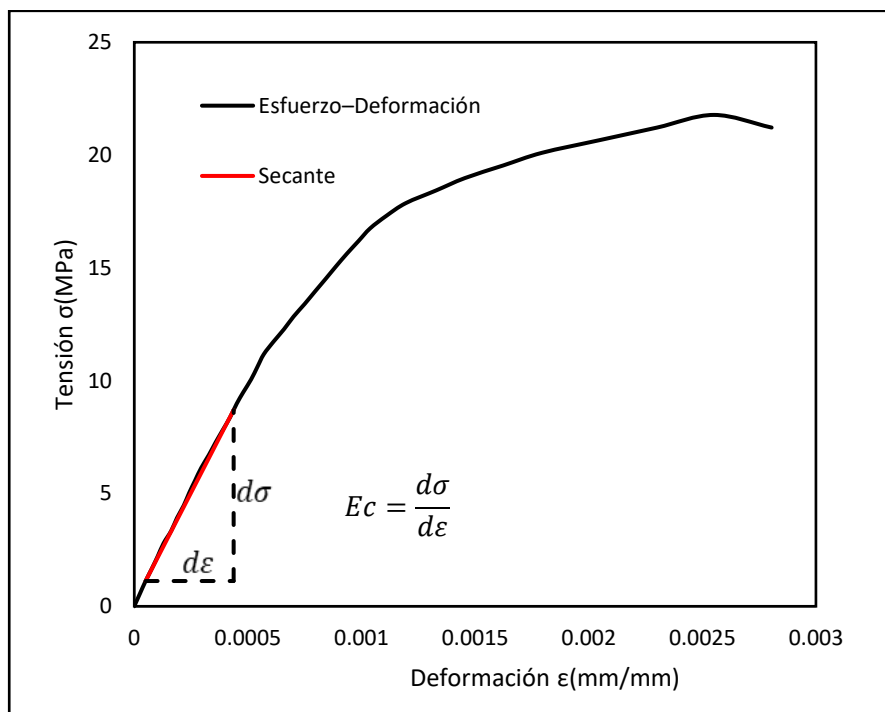


Ilustración 2.6 Curva esfuerzo vs deformación del hormigón (Autor).

Mediante la pendiente que se forma en la curva esfuerzo vs deformación unitaria al aplicar 40% de la resistencia requerida se obtiene el módulo tangente inicial, módulo de la secante y módulo de la cuerda como se muestra en la Ilustración 2.7. (Mamlouk M. & Zaniewski, 2009)

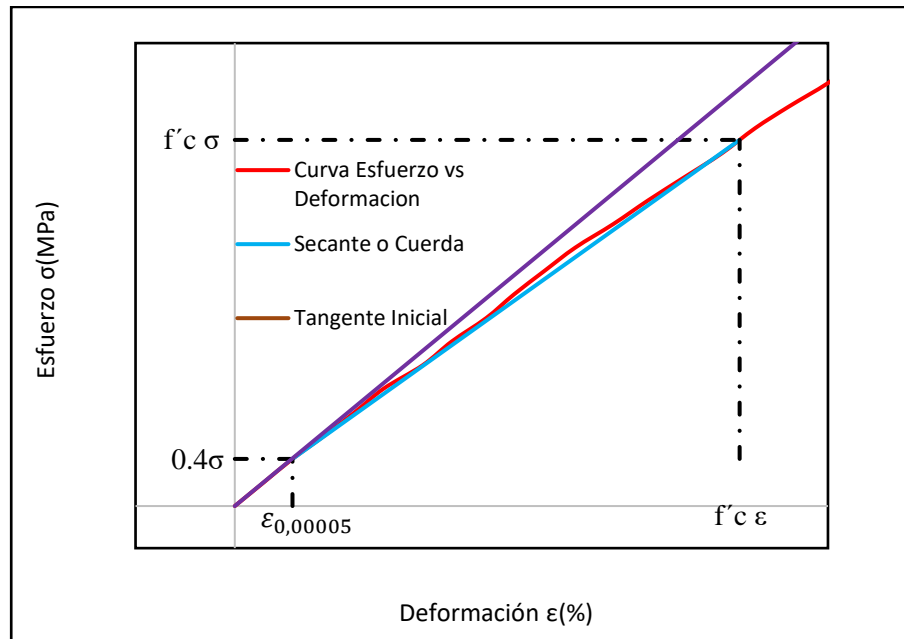


Ilustración 2.7 Curva esfuerzo vs deformación para el hormigón. (Mamlouk M. & Zaniewski, 2009)

- Módulo tangente. – se calcula mediante la inclinación de la pendiente y su valor varía en función de la lectura del deformímetro. (Pasino, 2004)
- Módulo de la secante o de cuerda. – se obtiene en un tramo de la pendiente que inicia en la deformación 0.00005 hasta una tensión de 40% de la carga de falla. (Pasino, 2004)

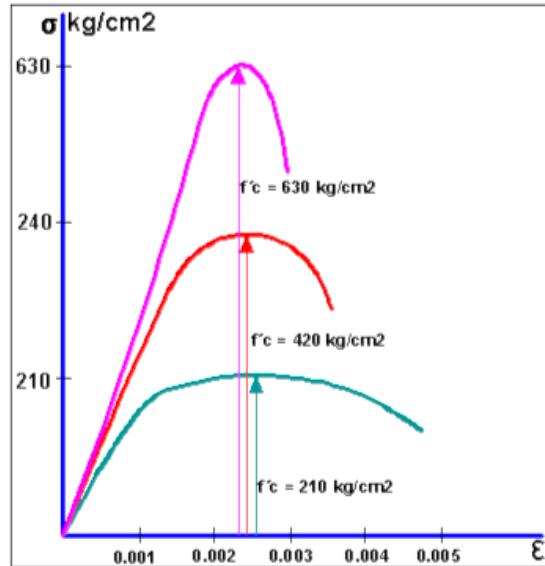


Ilustración 2.8 Curva esfuerzo vs deformación para diferentes resistencias del hormigón. (Romo, 2008)

La norma ASTM C 469, da a conocer los pasos a seguir para determinar el módulo de elasticidad experimentalmente. (Serpa & Vázquez, 2018)

- Aleatoriamente tomar dos o más cilindros de la misma camada para ensayar con la norma ASTM C 39 y INEN 1573. (ASTM Committee C09.61 1994)
- Colocar el compresómetro el cual posee dos sensores diametrales opuestos, permitiendo dar lectura de la deformación de un espécimen al aplicar una carga.(ASTM Committee C09.61 1994)
- Cada espécimen recibe una carga a compresión de 40% de la resistencia última. Al espécimen se tiene que cargar por lo menos dos veces. No registra los datos durante la primera carga.(ASTM Committee C09.61 1994)

En la Ilustración 2.9 se puede observar el ensayo para determinar la curva esfuerzo-deformación del hormigón de similar característica a la Ilustración 2.10 cuando se emplea el método de la secante.



Ilustración 2.9 Ensayo de módulo de elasticidad (Autor).

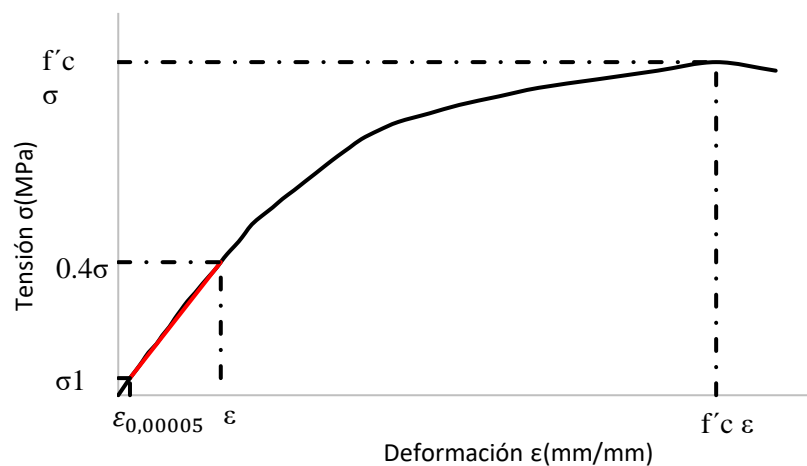


Ilustración 2.10 Esfuerzo vs Deformación. método de la secante (Autor)

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} + \sigma_{0.00005}}{\epsilon_{40\%} + \epsilon_{0.00005}} \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Donde:

$\sigma_{40\%}$ = carga aplicada solo hasta 40%, MPa.

$\sigma_{0.00005}$ = deformación inicial 0.00005.

$\epsilon_{40\%}$ = deformación unitaria al aplicar la carga al 40%

Fuente: (ASTM Committee C09.61 1994)

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

3.1. Metodología

La metodología empleada en la investigación es de tipo experimental, cuantitativo y transversal que tiene como objetivo principal determinar una expresión matemática que permita establecer una correlación entre la elasticidad y resistencia del hormigón elaborado con materiales de mayor demanda en la ciudad de Azogues.

Mediante encuestas a profesiones en la de zona de estudio se determinará el árido y cemento de mayor demanda, para luego proceder a realizar los muestreos necesario de cada material. Para esta investigación el cemento empleado en el proyecto es Holcim tipo HE (alta resistencia inicial); mientras que los áridos fueron muestreados de la pila de almacenamiento de la fábrica Hormicenter: arena del sector Santa Isabel, ripio triturado de 3/4" proveniente de la Compañía Vipesa, el árido grueso es la combinación de dos áridos de diferente tamaño nominal provenientes de la misma mina, esta combinación se realiza para cumplir con los límites granulométricos. Estas muestras serán trasladadas al laboratorio de la Universidad Católica de Cuenca, el cual se encuentra acoplado para los ensayos correspondientes para conocer las características de los materiales bajo los procedimientos establecidos por la norma NTE INEN.

Para determinar la cantidad necesaria de los componentes del hormigón para cada relación agua/cemento se empleó el método del ACI 211.1. mediante la cual se determina la cantidad a mezcla.

El hormigón en función de su resistencia a la compresión se clasifica en: Baja resistencia cuando $f'c$ es $<150\text{kg/cm}^2$, resistencia moderada de 150 kg/cm^2 a 250kg/cm^2 , Normal de 250 kg/cm^2 a

420 kg/cm². Por lo cual mediante pruebas en laboratorio se determina que las relaciones agua/cemento de 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 y 0.8 producen hormigón con resistencia en los rangos especificados.

Una vez identificadas las variables de estudio se confeccionaron 30 probetas cilíndricas para cada relación agua/cemento, de los cuales 10 especímenes seleccionados aleatoriamente son ensayados a compresión según la norma NTE INE 1573, este procedimiento se realiza para conocer la resistencia promedio y poder determinar 40% de la resistencia última como lo indica la norma ASTM C469, y las 20 restantes se ensayan para conocer el valor del módulo de elasticidad en función de la curva esfuerzo-deformación unitaria.

Se fabricaron en el laboratorio los cilindros de hormigón para cada relación agua/cemento que se ensayaron a los 28 días para determinar sus propiedades mecánicas se tiene que aplicar el procedimiento de cada norma correspondiente.

Se tabularon los resultados obtenidos en laboratorio y se realizó una comparación con la expresión que propone el ACI 318 y NEC 2015 identificando la variación que presenta el módulo de elasticidad del hormigón obteniendo experimentalmente. Utilizando estadística en los resultados finales se determina la expresión matemática que presente mejor correlación mediante mínimos cuadrados.

Para tabular y generar gráficas se empleó hoja de cálculo de MS-Excel 2016, IBM SPSS es un programa estadístico y Grapher que permite graficar en 2D y 3D, también para las encuestas se aplicó la herramienta Google Drive Forms .

3.2. Población de muestreo

En una investigación conocer el tamaño de la muestra es de suma importancia, ya que permite caracterizar la distribución de variables, y conocer el grado de precisión del estudio.

Aplicando el método estadístico coeficiente de Pearson se termina el número de especímenes a ensayar en la investigación. (Díaz & Fernández, 2002)

$$n = \left[\frac{Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta}}{\frac{1}{2} \ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right)} \right]^2 + 3 \quad \text{Ecuación 3.1}$$

Donde n es el número de muestra y r coeficiente de correlación. Los valores de $Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta}$ se obtienen de la Tabla 3.1 y Tabla 3.2 se encuentran los valores poder estadístico más comunes para determinar una muestra. (Díaz & Fernández, 2002)

Tabla 3.1 Valores de $Z_{(1-\alpha/2)}$ y $Z_{(1-\beta)}$, función de la seguridad.

Seguridad	A	Prueba unilateral $Z_{1-\beta}$	Prueba bilateral $Z_{1-\alpha/2}$
80,0%	0.200	0.842	1.282
85,0%	0.150	1.036	1.440
90,0%	0.100	1.282	1.645
95,0%	0.050	1.645	1.960
97,5%	0.025	1.960	2.240
99,0%	0.010	2.326	2.576

Fuente: (Díaz & Fernández, 2002)

Tabla 3.2 Valores de $Z_{(1-\beta)}$, en función del poder estadístico.

Poder estadístico	$1 - \beta$	β	$Z_{1-\beta}$
99%	0.99	0.01	2.326

95%	0.95	0.05	1.645
90%	0.90	0.10	1.282
85%	0.85	0.15	1.036
80%	0.80	0.20	0.842
75%	0.75	0.25	0.674
70%	0.70	0.30	0,524
65%	0.65	0.35	0.385
60%	0.60	0.40	0.253
55%	0.55	0.45	0.126
50%	0.50	0.50	0.000

Fuente: (Díaz & Fernández, 2002)

Empleando Ecuación 3.1 con los siguientes datos: 95% de confianza, correlación 0.8 considera moderada alta que se emplea en investigaciones experimentales, seguridad 0.95, poder estadístico 0.80, perdida 5%. Se obtiene que el número de muestra es de 10 especímenes de hormigón.

Para conocer el valor del modulo de elasticidad y la resistencia a la compresión del hormigón la muestra se divide de la siguiente manera:

- Para conocer la resistencia a la compresión del hormigón se elabora 10 cilindros para cada relación agua/cemento.
- Para conocer el valor módulo de elasticidad de elabora 20 cilindros de hormigón para cada relación agua/cemento.

Es decir que para cada relación agua/cemento se elaboran 30 cilindros de hormigona, en el en la investigación se considera 5 relaciones agua/cemento dando una totalidad de 150 cilindros.

3.3. Definición de variables

Se define como variables o factores aquellos que interactúan en el proceso y se refleja en el resultado de un estudio. Estas se pueden clasificar como variable independiente y dependiente.

(Gutiérrez & Salazar, 2008)

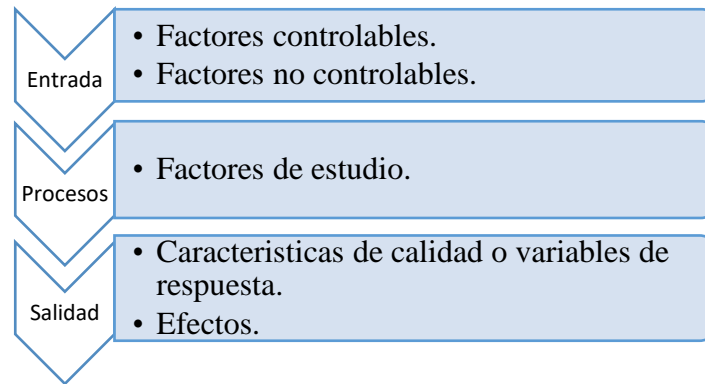


Ilustración 3.1 Variables de un proceso al diseño experimental. (Gutiérrez & Salazar, 2008)

Factores controlables: son procesos o características de los materiales que el experimentador puede ajustar para tener un mejor producto. (Gutiérrez & Salazar, 2008)

- ❖ Porción de cemento
- ❖ Porcentaje de agua
- ❖ Cantidad de árido fino y grueso
- ❖ Mezclado
- ❖ Proceso de mezclado
- ❖ Curado
- ❖ Humedad de los áridos
- ❖ Herramientas empleadas para la fabricación del hormigón

Factores no controlables: es el ambiente en el que se realiza una actividad esta se cambia por efecto natural. (Gutiérrez & Salazar, 2008)

Para la investigación los factores son:

- ❖ Temperatura ambiental
- ❖ Humedad relativa
- ❖ Destreza de los operadores

- ❖ Heterogeneidad de los áridos
- ❖ Clima

Factores de estudio: es la variable que se puede modificar para ver cómo afecta en la respuesta. (Gutiérrez & Salazar, 2008)

El módulo de elasticidad del hormigón tiene muchas variables relacionadas con su naturaleza intrínseca que afecta su magnitud, entre ellas se pueden citar: características de los áridos y del cemento, la distribución proporcional de los componentes en la masa del conjunto, la homogeneidad de la mezcla, el grado de compactación, etc. Un estudio reciente realizado en Cuenca por Serpa & Vázquez, (2018), desarrolló una investigación acerca de la variabilidad del módulo elástico del hormigón en la que se realizaron ensayos con distintas proporciones de árido fino/grueso. Las conclusiones de dicho trabajo señalan que la variabilidad en la relación árido fino/grueso no aporta diferencias significativas, siendo la relación agua/cemento el elemento que interactúa en la magnitud del módulo elástico. Bajo esa premisa, esta investigación se centra en analizar la relación agua/cemento como la variable fundamental en el factor de estudio, usando un proporcionamiento de áridos ajustados a metodologías ampliamente difundidas y comprobadas, tales como la propuesta por el comité ACI 211.1.

Variables de respuesta: es el factor resultante de una serie de procesos y combinaciones durante una investigación. (Gutiérrez L. , 2003)

- ❖ Resistencia a la compresión
- ❖ Módulo de elasticidad

3.4. Procedencia y Análisis de los áridos

3.4.1. Origen de los componentes del hormigón

En Azogues y sus alrededores emplean áridos que provienen del río Paute puesto que estos áridos poseen buenas características para la producción del hormigón. Otro de los sectores que contribuye con áridos de buena calidad es el sector de Santa Isabel, estos áridos provienen de los depósitos aluviales de los ríos aledaños. (Crespo, 2018)

3.4.2. Determinación de los áridos y cemento para los ensayos

En el sector de estudio existe distintos tipos de áridos y cementos que se emplean en el área de la construcción, sería imposible analizar en una sola investigación, razón por la que se realizó una encuesta a profesionales que tiene por objetivo identificar a los principales proveedores de hormigón premezclado y de esa manera se identifica el árido y cemento de mayor demanda en la zona.

Para determinar la cantidad de encuestas necesarias en la investigación se solicitó información al colegio de Ingenieros del Cañar, esta institución se encuentra conformado por 170 miembros activos. Para conocer el número mínimo de encuestas a realizar se aplicó el método de población finito en el cual se emplea un nivel de confianza 95% , precisión del 5% , al emplear estos valores en la Ecuación 3.2, da como resultado que se requiere mínimo 51 encuestas.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad \text{Ecuación 3.2}$$

Fuente: Muestra de población finita . (Gutiérrez & Salazar, 2008)

Mediante la herramienta Google Drive se generó la encuesta y se envió a cada uno de los miembros del colegio de ingenieros de los cuales 150 profesionales contestaron la encuesta. Con

los resultados que se muestra en la Ilustración 3.2 se identifica que la fábrica Hormicenter productora de hormigón premezclado se encuentra entre los principales proveedores en la ciudad de Azogues y sus alrededores. Hormicenter emplea en la producción de hormigón los siguientes materiales: cemento tipo HE (alta resistencia inicial), ripio triturado 3/4” proveniente de la compañía Vipesa y arena del sector de Santa Isabel. Con el propósito de utilizar los mismos materiales de Hormicenter, se solicitó a la fábrica que se me facilite una cantidad necesaria de materia prima para la producción de hormigón, el cual fue aprobado por la empresa.

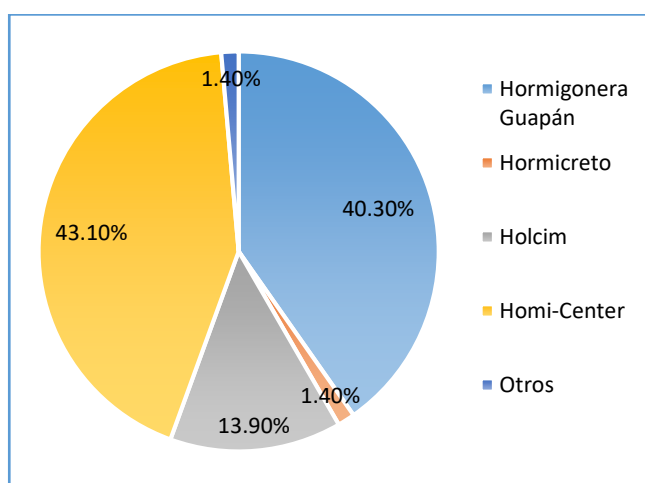


Ilustración 3.2 Principales proveedores de hormigón premezclado en la ciudad de Azogues según preferencia entre profesionales de la construcción (Autor).

3.4.2.1. Tipo cemento empleado en el proyecto

Es Holcim tipo HE (alta resistencia inicial) este cemento se encuentra entre los de mayor demanda cuando se emplea hormigón premezclado.

Debido a la dificultad que es obtener el material cementante desde los silos de almacenamiento de la fábrica Hormicenter, se procedió a realizar una muestra del camión que expende el cemento. La muestra se colocaba en funda de similar característica al de uso común, se colocaba 20 kg aproximadamente y se transportaba al laboratorio para colocar en lugar seco.

3.4.2.2. Áridos

Los áridos que se emplean en la investigación fueron muestreados de las pilas de almacenamiento de la fábrica Hormicenter, se realizaron tres muestras representativas de la misma procedencia para garantizar uniformidad del proceso de trituración.

3.4.3. Procedimiento para la determinación de las características del árido

3.4.3.1. Procedimiento para la toma de muestra en campo.

- Consiste en muestrear una cantidad necesaria de áridos (fino y grueso).
- Por lo menos se tiene que realizar tres muestras de cada material en diferentes lugares de la pila.
- El material muestreado tiene que ser llevado al laboratorio sin manipulación alguna que pueda alterar la característica del material.
- El material muestreado tiene que ser homogenizado formando una sola muestra de cada árido, para luego ser reducido a un tamaño de ensayo correspondiente. (NTE INEN 695, 2010)



Ilustración 3.3 Reducción de la muestra a una cantidad de ensayo (Autor).

3.4.4. Procedimiento del ensayo granulométrico

- Para el análisis granulométrico se necesita 3 muestras de cada árido de 500g para el árido fino y 5kg el grueso respectivamente. Estas muestras tienen que estar totalmente seca.
- Colocar en orden descendente los tamices en la tamizadora mecánica de la siguiente manera para serie de tamices del árido grueso; 1", 3/4", 1/2", 3/8", 4" y para el árido fino es N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100. El tamizado se realiza en un tiempo de un minuto y medio. (NTE INEN 696, 2011)
- Se pesa el material retenidos en cada tamiz.
- Realizar el análisis granulométrico y la gráfica correspondiente.

3.4.5. Determinación del material más fino

- Se toma una muestra de 500g cuando el material se encuentre totalmente seca
- La muestra se tiene que sumergir en agua durante un tiempo de 24 h, de esa manera se separa las partículas más finas de las gruesas.
- Se saca del agua para realizar el lavado que consiste en verter la muestra en el tamiz N° 200 y lavar hasta que las partículas más finas sean eliminadas en su totalidad. (NTE INE 697, 2010)
- Sacar la muestra del tamiz N° 200, y dejar secar en un horno.
- Sacar la muestra del horno, registrar su peso y realizar los cálculos.

3.4.6. Pasos para el ensayo de la densidad de la grava

- La muestra tiene que estar seca para sumergir en agua 24 ± 4 h.
- Sacar el material del agua, con paños absorbentes eliminar el exceso de agua en la partícula.
- Con la canastilla metálica sumergida en agua se determina su peso.
- Con la muestra colocada en la canastilla se sumerge en el agua dando unos pequeños sacudones eliminado el aire atrapado para proceder a registrar el peso de la canastilla más el material cuando está sumergido.
- Sacar la muestra de la canastilla, colocar en un recipiente limpio y dejar secar en un horno.
- Para terminar con el ensayo se realiza los cálculos para conocer la densidad. (NTE INEN 857, 2010)

3.4.7. Conocer la densidad de la arena paso a paso

- Tener la muestra totalmente seca mediante el uso de un horno.
- La muestra se tiene que colocar en agua durante 24 ± 4 h.
- Sacar el material del agua, para determinar el estado superficialmente seco del árido se tiene que realizar el ensayo del cono como la describe en norma INEN 856.
- Llenar hasta su máxima capacidad con agua el picnómetro.
- La muestra en estado superficialmente seco determina una muestra 500g.
- En el picnómetro se coloca la muestra y se elimina el aire atrapado mientras se complementa con agua hasta llenar y se determina su peso.
- Con el peso seco de la muestra se procede a realizar los cálculos para determinar la densidad relativa. (NTE INEN 857, 2010)



Ilustración 3.4 Determinar el estado SSS del árido (Autor).

3.4.8. Absorción del árido

La absorción de los áridos se determina con los resultados del ensayo de densidad ya que se conoce todos los parámetros para determinar la absorción que presentan los áridos antes de formar parte del hormigón.

3.4.9. Proceso para determinar la masa unitaria

- Identificar el tamaño del molde de acuerdo con el tamaño de la partícula, para el árido fino se utiliza el molde 2.95 litros y otro de 9.57 litros para árido grueso.
- Determinar el peso cada molde antes de realizar el ensayo.
- Peso unitario compactado: colocar en un lugar firme y nivelado el molde se coloca la muestra en recipiente y se compacta cada capa que aparentemente tiene igual volumen.
- Se enraza el material al nivel superior del molde para proceder a registrar el peso del molde más muestra.
- Este procedimiento se tiene que realizar tres veces para tener un promedio con el que se desarrolla, esto se aplica para el árido (fino y grueso).
- Peso unitario sin compactar: se coloca la muestra en el molde con ayuda del cucharón distribuyendo uniformemente hasta llenar el recipiente.
- Se retira el exceso de material antes de pesar.
- De igual manera se tiene que realizar tres veces el mismo procedimiento tanto para el árido grueso y fino.

El espacio existente entre las partículas de los áridos que no ha sido ocupado por materia sólida se denomina “vacíos” y su magnitud dependerá principalmente de la forma del árido, su distribución granulométrica y del proceso de compactación aplicado. La estimación de los vacíos se expresa porcentualmente. (NTE INEN 858, 2010)



Ilustración 3.5 Ensayo de peso volumétrico compactado del árido grueso (Autor).

3.4.10. Ensayo de la máquina de los Ángeles

- La muestra tiene que estar seca para lavar y eliminar las partículas más finas.
- De acuerdo con el tamaño de las partículas se tiene que identificar en la norma que método se aplicara al árido. Para esta investigación el tamaño nominal es de 3/4" por lo que se aplicó el método B.
- Se realiza un tamizado del árido grueso hasta tener la cantidad necesaria retenida en cada tamiz de acuerdo con lo estipula en la norma.
- Identificado el método se toma una muestra de 500g.
- En la máquina de los Ángeles se coloca el material y 11 esferas de acero. (NTE INEN 860, 2011)
- Dar 500 revoluciones, una vez alcanzada las revoluciones requeridas, se saca la muestra del equipo.

- El material se tamiza por el Tamiz N° 12 y se procede a lavar eliminando el material más fino.
- Se deja secar la muestra en un horno durante 24 ± 4 h y luego se determina su peso.



Ilustración 3.6 Lavado del árido después de las 500 revoluciones (Autor).

3.4.11. Humedad natural de los áridos

La humedad del árido es fundamental en el proceso de dosificación, este permite identificar si se incrementa o se reduce agua. (Quiroz & Salamanca , 2006)

Conocer la humedad del árido consiste en tomar una muestra representativa de los áridos colocando en un recipiente obteniendo su peso en condiciones naturales, para luego proceder a secar el material en un horno durante un periodo de 24 ± 4 h a una temperatura constante.

3.5. Ensayo para determinar la propiedad de Hormigón

Debido a que es un material resultante de una combinación de materiales inertes, razón por lo que sus propiedades están en función de los materiales que le compone estos influyen en el hormigón en sus estado fresco y endurecido. (Romo, 2008)

3.5.1. Diseño de mezcla

El American Concrete Institute, presenta como resultados de extensas investigaciones, un método con resultados aceptables para hormigones de densidad normal conocido comúnmente como método ACI 211.1. El método ha sido empleado ampliamente en el mundo para el proporcionamiento de mezclas, tanto en el campo constructivo como investigación, obteniendo resultados aceptables, razón por la que se empleó en la investigación.

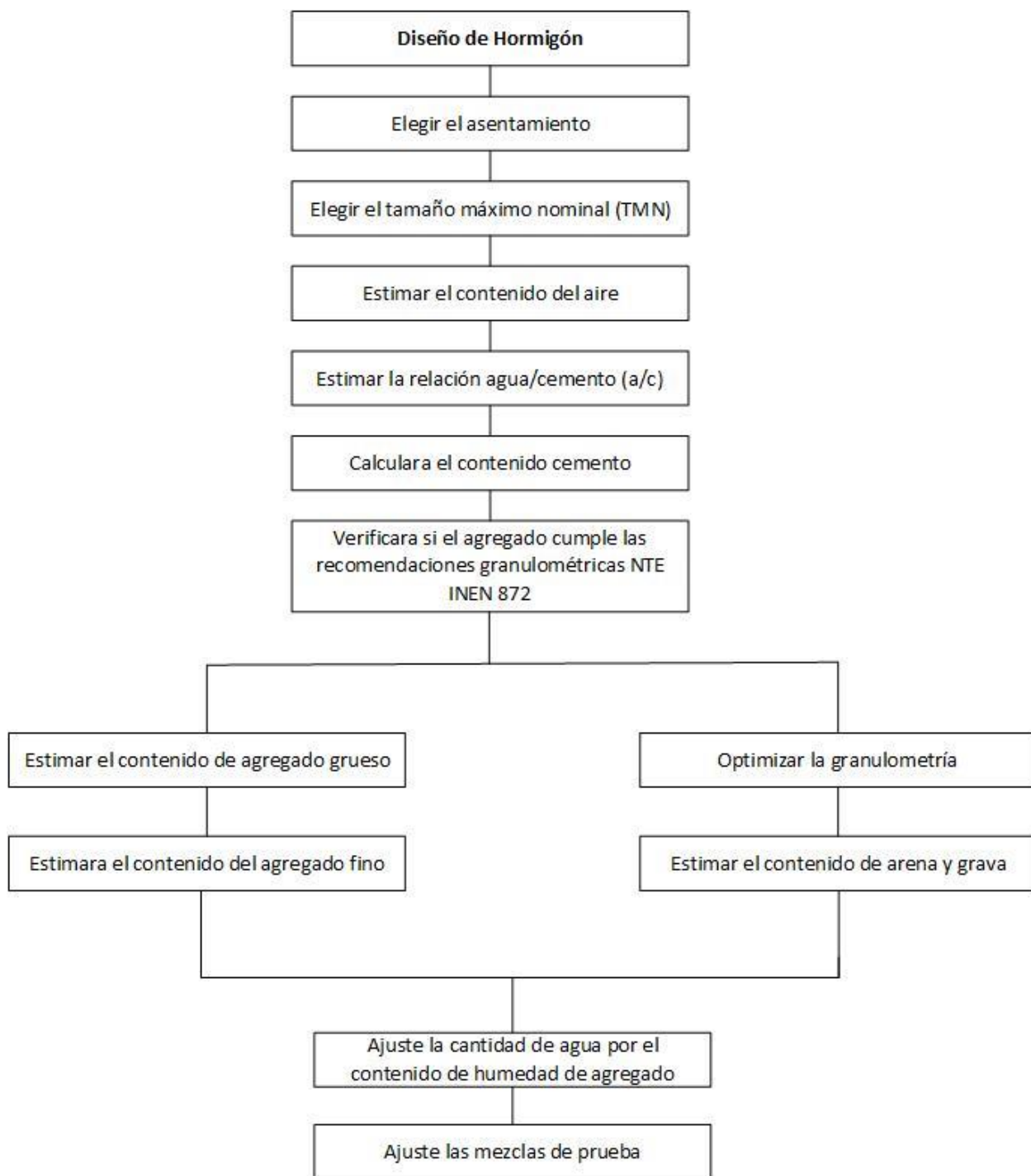


Ilustración 3.7 Secuencia de paso para la dosificación. (Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2010)

3.5.2. Proceso de mezclado

Durante la mezcla los constituyentes del hormigón se tienen que distribuir uniformemente, que se pueda manipular en su estado fresco puesto que el mezclado de uno de los factores importantes que garantice tener un hormigón de calidad. (Giraldo, 2006)

- Colocar el árido grueso con una cantidad de agua en la mezcladora mecánica.
- Se coloca el cemento y arena, el agua se añade controladamente para llegar a un asentamiento adecuado.
- Pausar la concreteira durante tres minutos, tiempo necesario para que el operador limpie las paredes de la olla. Durante el tiempo detenido tiene que cubrir con un paño húmedo la boca de la mezcladora evitando perder la humedad de la mezcla.
- Continuar con el mezclado durante 2min, luego se saca el hormigón de la concreteira para colocar en los moldes.



Ilustración 3.8 Hormigón fresco (Autor).

3.5.3. Producción y curado del cilindro de hormigón

La toma de muestra se realizó en probetas cilíndricas de 100*200mm, este encofrado se ha implementado en los últimos años para pruebas de aceptación del hormigón, debido a que presenta facilidad de almacenamiento y protección en la obra, menor espacio en el área de curado en el laboratorio, menor requerimiento de material para su elaboración, facilidad para trasportar y menor peso. (Instituto Ecuatoriano del Cemento y del Concreto, 2009)

- El tamaño del molde que se utilizo es de 100*200mm.
- Colocar el molde en un lugar firme, añadir la masa en dos capas de similar volumen.
- En cada capa se tiene que dar 25 varilladas de punta redonda sin tocar el fondo del molde. Se da entre 10 y 12 golpes con el mazo de goma eliminado oquedades.
- Enrazar con ayuda de la regleta metálica asegurándose que la superficie que totalmente llena.

3.5.4. Curado del hormigón

- El desencofrado de los cilindros se realiza después de 24h de haber realizado la fundición.
- Se tiene que colocar un código que permite identificar cada espécimen de hormigón. La nomenclatura que se empleó consistía en una letra del abecedario un número y fecha de elaboración.
- Identificado cada espécimen se procede a colocar en la piscina de curado durante 28 días y tiene que estar en una temperatura de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$.
- En la investigación se utilizó la siguiente nomenclatura para identificar cada espécimen.

Tabla 3.3 Descripción para cada lote de muestras de hormigón (Autor).

Relación a/c	Número cilindro
0.4	1 a 30
0.5	1 a 30
0.6	1 a 30
0.7	1 a 30
0.8	1 a 30



Ilustración 3.9 Desencofrado y enumeración de los cilindros (Autor).

3.5.5. Resistencia a compresión

- Sacar el espécimen de la piscina de curado dejar entre 4 a 5 minutos fuera del agua.
- A cada muestra se determina su diámetro, altura promedio y su peso.
- Antes de ensayar realizar el capeado con azufre con el objetivo que las bases del espécimen sean paralelas.
- Mediante la prensa se aplica una carga al cilindro hasta que este fracase en su totalidad.
- Posteriormente se registra la carga máxima y se determinó la resistencia que posee el hormigón.

$$f'c = \frac{P \text{ kg}}{A \text{ cm}^2}$$

Ecuación 3.3

Fuente: (Romo, 2008)

El hormigón que se ensayó en la prensa hidráulica para determinar la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad tiene una edad de 28 días.

3.5.6. Pasos para conocer la elasticidad

- Determinar el máximo esfuerzo de algunos cilindros y se termina su promedio.
- Se coloca el compresómetro en el cilindro dejando bien ajustado para ensayarlo en la prensa hidráulica dando carga hasta el 40% de la resistencia total.
- Con los datos obtenidos se realizan la gráfica de curva esfuerzo vs deformación unitaria del espécimen.
- Aplicando la interpolación se obtiene los puntos para graficar la pendiente.

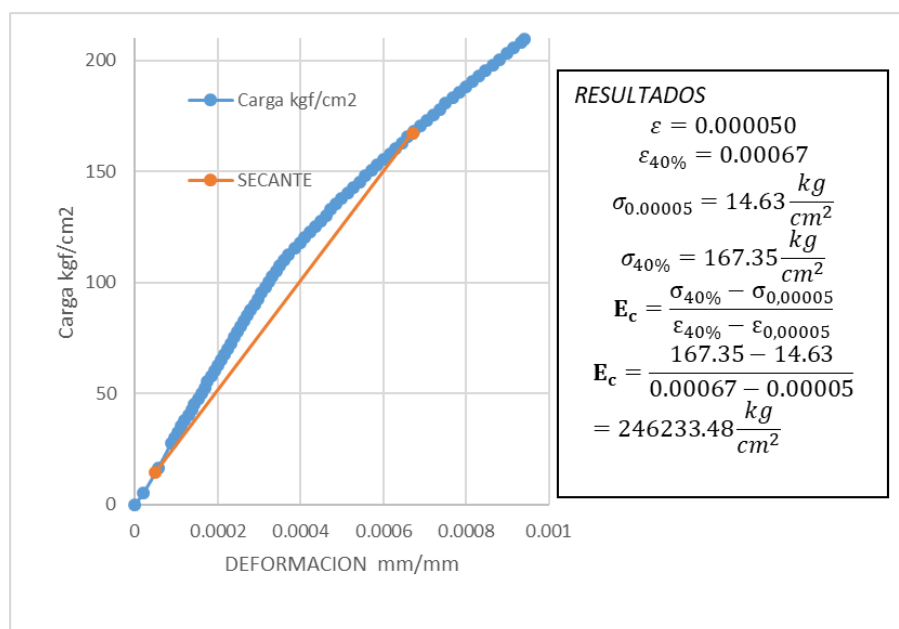


Ilustración 3.10 Curva esfuerzo vs deformación unitaria del hormigón (Autor).

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Información obtenida de la encuesta realizada

En la ciudad de Azogues en los últimos años se utiliza con gran frecuencia hormigón premezclado en las construcciones, razón por la cual se realizaron encuestas a profesionales de la zona con el objetivo de conocer a los principales proveedores de hormigón premezclado y la procedencia de los árido que mayor demanda presenta en la fabricación del hormigón.

Las encuetas se realizaron en línea mediante la herramienta Google Drive, que permite recopilar información de forma fácil y eficiente, mediante esta herramienta se realizó encuestas a profesionales de la ciudad de Azogues teniendo como resulta que la fábrica de hormigón premezcla Hormicenter se encuentra entre los principales proveedores de hormigón y por consiguiente el material que emplea para la producción es también el de mayor demanda.

4.2. Resultado de los ensayos realizado a los áridos

Conocer cada una de las características de los áridos que van a formar parte de una masa compacta es importante ya que es el material que mayor volumen ocupa en la mezcla. Razón por la cual los áridos tienen que cumplir con ciertos parámetros de la norma INEN 872.

4.2.1. Análisis cribado del árido

Conocer la graduación del árido es importante debido a que este afecta a la operabilidad del hormigón. Por lo que el áridos tiene que cumplir con los rangos de la norma, como se puede observar en la Ilustración 4.1 que la curva se encuentra fuera de los rangos establecidos.

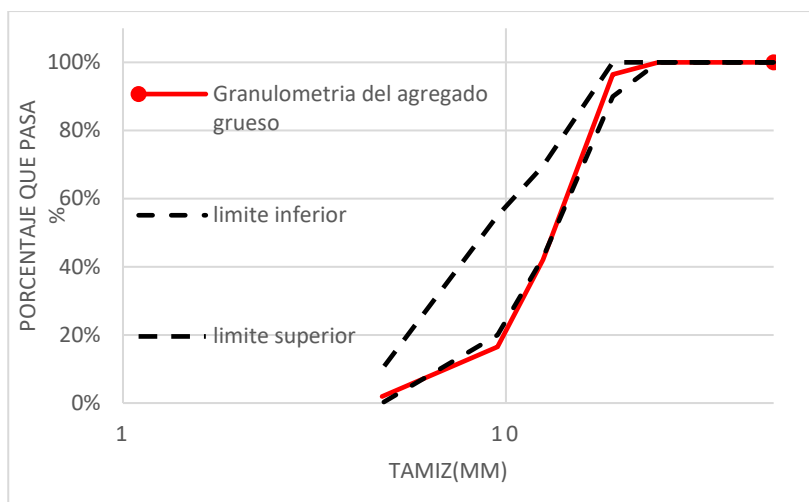


Ilustración 4.1 Análisis granulométrico del árido de tamaño nominal 3/4" (Autor).

Para cumplir con el parámetro de la norma se realizó un ajuste de áridos grueso. Aplicando el método analítico de combinación para dos áridos de diferentes tamaños nominales. Consiste en determinar la granulometría del árido de tamaño 3/4" (A) y la granulometría del árido pasante al tamiz 3/4" provenientes de la compañía Vipesa (B) con los pasantes en porcentajes de cada uno de los áridos se determina la cantidad a combinar de cada árido dando como resultado 50% A y 50% B.

En la Ilustración 4.2, los resultados de la granulometría del árido que cumple con las especificaciones establecida en la norma.

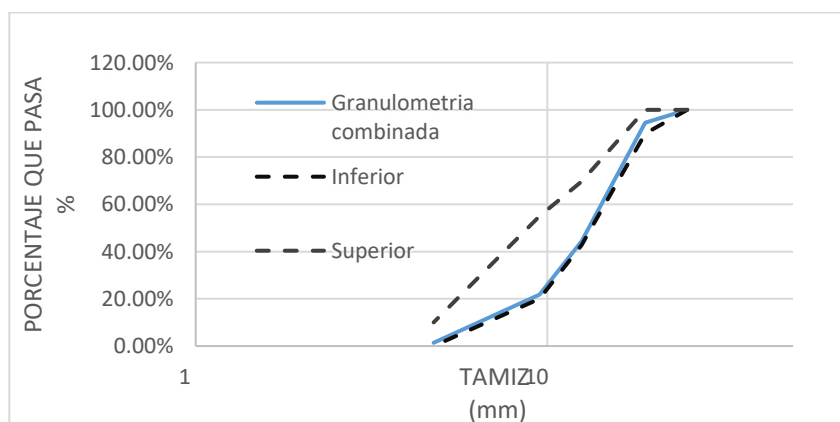


Ilustración 4.2 Granulometría del árido grueso (Autor)

El análisis granulométrico del fino cumple con la norma, puesto que al tener una buena gradación conlleva a producir un hormigón de calidad, económico y mejora la trabajabilidad.

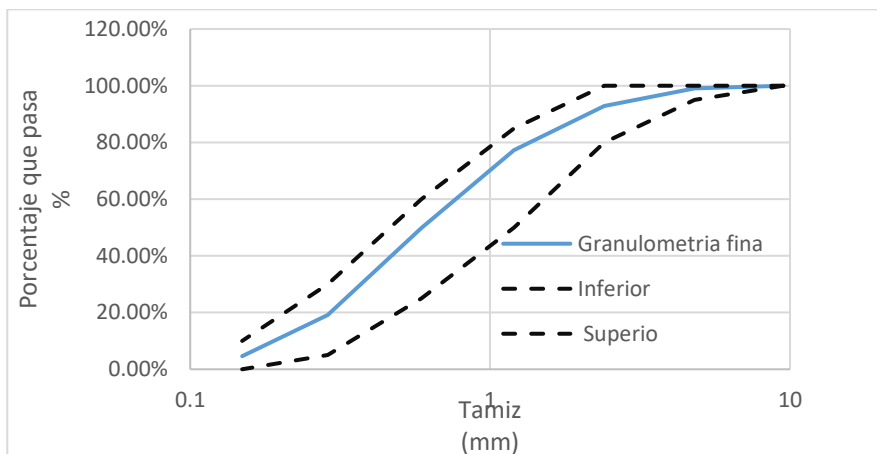


Ilustración 4.3 Análisis granulométrico del árido fino del sector Santa Isabel (Autor).

El árido fino del sector de Santa Isabel posee un módulo de finura de 2.57 y se clasifica como árido ligeramente fino.

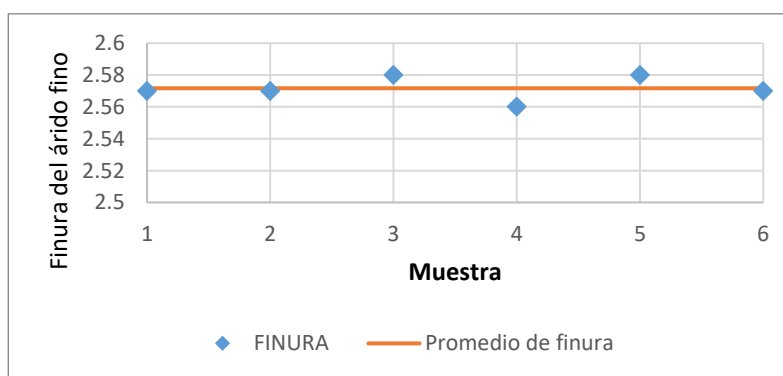


Ilustración 4.4 Modulo de finura del árido del sector de Santa Isabel (Autor)

4.2.2. Resultado de la densidad y absorción del árido

Con el ensayo de la densidad se conoce la cantidad del árido que va a formar parte del hormigón y de igual manera la absorción del árido sirve para contralor el agua en la mezcla del hormigón.

(Crespo, 2018)

Del sector de Santa Isabel el árido fino presenta los siguientes resultados promedio de varios ensayos de este áridos en la Tabla 4.1 es de promedio de 5 ensayos.

Tabla 4.1 Densidad y absorción del árido de Santa Isabel

MUESTRA DEL ÁRIDO FINO		
	Peso Picnómetro, g:	418,00
A	Muestra seca, gr	489,24
B	Picnómetro lleno con agua, gr	1.207,58
C	Picnómetro+ muestra + agua, gr	1.505,88
S	Muestra saturada superficialmente seca, gr:	500,00
	Densidad relativa (gravedad especifica) (SH)	2,43
	Densidad relativa (gravedad especifica) (SSS)	2,48
	Densidad relativa aparente (gravedad especifica aparente)	2,56
	Densidad (SH) kg/m ³	2.419,52
	Densidad (SSS) kg/m ³	2.472,73
	Densidad aparente kg/m ³	2.555,87
	Absorción%	2,20%

Fuente: Autor

Y para el árido grueso de Vipesa se observa en la Tabla 4.2 es el promedio de 5 ensayos.

Tabla 4.2 Densidad y absorción del árido grueso

MUESTRA ÁRIDO GRUESO		
	Peso Canasta, g:	1.608,60
	Peso Canasta+ agua + material, g:	3.404,00
A	Muestra seca al horno, g:	2.840,00
B	Muestra saturada superficialmente seca, g:	2.888,00
C	Masa aparente de la muestra saturada en agua, g:	1.795,40
	Densidad relativa (gravedad especifica) (SH)	2,60
	Densidad relativa (gravedad especifica) (SSS)	2,64
	Densidad relativa aparente (gravedad especifica aparente)	2,72
	Densidad (SH) kg/m ³	2.592,81
	Densidad (SH) kg/m ³	2.757,78
	Densidad (SH) kg/m ³	2.711,95
	Absorción%:	1,69%

Fuente: Autor

4.2.3. Contenido de Humedad

Antes de realizar la mezcla se tiene que conocer la de humedad natural de los áridos y poder ajustar el volumen de agua neta que necesita el hormigón para alcanzar el asentamiento deseado.

Las humedades medidas de los áridos antes de realizar la mezcla se observa en la *Tabla 4.3*.

Tabla 4.3 *Humedad en campo de los áridos*

Humedad natural		
Muestra	Grava	Arena
1	1,58%	4,36%
2	1,45%	4,20%
3	1,51%	4,43%
4	1,56%	4,23%
5	1,43%	4,56%

Fuente: Autor

4.2.4. Resultados del ensayo de peso volumétrico

Conocer el volumen que ocupa un árido es importante, porque permite conocer el acomodamiento de las partículas en el recipiente y los espacios que dejan entre partículas, este espacio depende del tamaño, granulometría, forma y textura del áridos. (Crespo, 2018)

El árido empleado proviene de la trituración de la roca madre hasta conseguir un tamaño adecuado, su tamaño nominal es de 19mm (3/4”), de forma angulosa y su peso volumétrico se presentan en las *Tabla 4.4* y *Tabla 4.5*.

Tabla 4.4 *Peso volumétrico del árido fino de sector de Santa Isabel.*

MUESTRA ÁRIDO FINO			
PESO MOLDE, kg	6,104		
VOLUMEN MOLDE, m3	0,00295		
<i>Mc</i>	Peso volumétrico compactada, kg/m3		1.504,41
<i>Ms</i>	Peso volumétrico suelta, kg/m3		1.445,76

Fuente: Autor

Tabla 4.5 *Peso volumétrico del árido grueso.*

MUESTRA ÁRIDO GRUESO			
PESO MOLDE, kg	14,91		
VOLUMEN MOLDE, m3	0,00957		
<i>Mc</i>	Peso volumétrico compactada, kg/m3		1513,06
<i>Ms</i>	Peso volumétrico suelta, kg/m3		1396,03

Fuente: Autor

4.2.5. Abrasión del árido grueso

La resistencia del árido grueso mediante el ensayo de abrasión posee una pérdida de masa promedio de 12.14%, cumpliendo con la especificación, pues el valor obtenido es menor al 50% que recomienda la norma.

4.3. Dosificación en función de la relación a/c

El proporcionamiento de los elementos para el hormigón se determinan en la dosificación mediante la metodología del ACI 211.1, ya que es utilizado con mayor frecuencia en la actualidad. Pero para aplicar este método el árido debe estar dentro de los parámetros especificados,

especialmente la granulometría. Como se pudo observar Ilustración 4.2 el árido está cumpliendo con lo estipulado en la norma.

Tabla 4.6 *Dosificación en peso para un metro cubico de hormigón para cada relación a/c.*

A/C	Dosificación				Cantidad corregidas por humedad			
	Agua	Árido fino	Árido grueso	Cemento	Agua	Árido fino	Árido grueso	Cemento
	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	
0.4	195,00	648,08	972,49	487.50	181,48	676,34	987,86	487.50
0.5	195,00	724,38	972,49	390.00	185,04	754,80	986,59	390.00
0.6	195,00	761,68	972,49	325.00	175,27	795,42	987,17	325.00
0.7	195,00	811,57	972,49	278.57	170,43	845,90	987,66	278.57
0.8	195,00	838,82	972,49	243.75	178,35	877,07	986,40	243.75

Fuente: Autor

4.4. Resultados de la resistencia a la compresión

Como se ya se ha explicado en los capítulos anteriores la resistencia a la compresión es una de las propiedades de gran importancia en el hormigón. Para esta investigación el ensayo se realizó a los 28 días y este valor se encuentra cumpliendo con 120% de la resistencia requerida.

En la Tabla 4.7 se refleja el comportamiento hormigón para cada combinación de agua/cemento y también se presenta el promedio de 10 cilindro.

Tabla 4.7 *Resultado de compresión del hormigón según la relación a/c.*

CILINDRO Relación a/c	Max. Esfuerzo: kgf/cm ²				
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
1	419,39	361,96	254,43	172,85	136,76
2	418,58	360,13	252,90	170,13	133,64
3	418,40	358,93	252,60	169,97	130,31
4	418,39	358,25	252,24	167,61	127,69
5	414,43	357,61	251,89	167,14	125,98
6	414,28	357,15	251,69	165,94	125,85
7	411,82	356,48	250,12	165,84	124,67

8	411,27	355,65	249,93	165,00	124,67
9	411,06	353,00	249,64	162,18	123,60
10	408,56	352,13	247,82	161,90	123,21
Media (f'c)	414,62	357,13	251,32	166,86	127,64
Máximo (f'c)	419,39	361,96	254,43	172,85	136,76
Mínimo (f'c)	408,56	352,13	247,82	161,90	123,21
Desviación Estándar	3,88	3,01	1,93	3,48	4,54
Inferior (f'c)	411	353	247	163	124
Superior (f'c)	418	361	255	171	131

Fuente: Autor

En la Ilustración 4.5 se puede observar el comportamiento de la resistencia a la compresión del hormigón cuando se cambia la relación a/c.

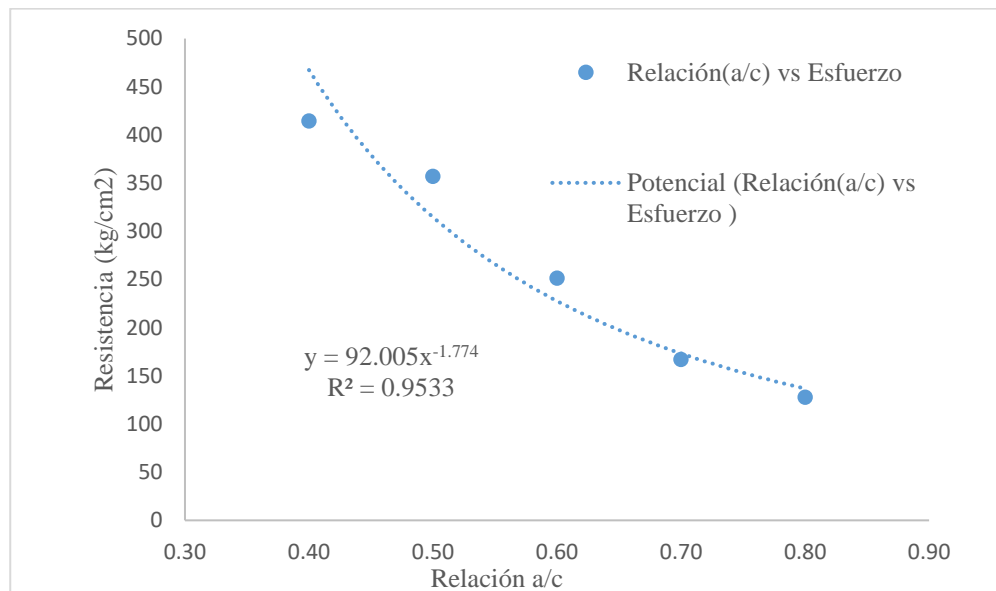


Ilustración 4.5 Resistencia a compresión vs relación agua/cemento.

Fuente: (Autor)

4.5. Valores del módulo de elasticidad obtenidos experimentalmente

Conocer la deformación del hormigón cuando se aplica una carga en un tiempo determinado da a conocer el comportamiento del hormigón bajo cargas variables. Este valor varía de acuerdo a los componentes del hormigón ya que cada zona presenta diferentes formaciones geológicas y climáticas.

Aplicando el método de la secante, se obtiene los siguientes resultados en la *Tabla 4.8*, se muestra los valores de 20 cilindros y sus promedios de cada relación agua/cemento.

Tabla 4.8 *Módulo de elasticidad del hormigón, obtenidos en laboratorio para diferentes relaciones agua/cemento.*

CILINDRO Relación a/c	ASTM C 469				
	kgf/cm ²				
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
1	234745,39	217950,86	262767,12	167879,30	157556,43
2	265635,06	218852,45	258248,23	186523,12	174644,37
3	258521,97	214435,98	215764,26	183539,69	169782,08
4	278346,12	282685,15	215876,47	186968,45	176955,11
5	246233,48	220503,99	185822,07	160215,82	177482,47
6	255000,53	218707,28	208693,81	172769,08	180650,06
7	264803,31	217537,02	213239,13	192557,49	162220,57
8	255173,28	230725,70	210170,40	189099,48	155695,04
9	280401,07	218135,86	198131,89	189197,90	156345,15
10	248722,29	222446,49	215952,24	180485,60	158236,60
11	292924,59	210794,67	194071,66	180399,47	171648,95
12	245367,36	217717,32	196972,31	186727,89	168936,34
13	260573,87	219747,52	188718,62	183991,58	158598,10
14	257821,66	263378,96	204236,92	172656,14	15852,31
15	249534,97	260863,28	209416,50	174128,73	160950,22
16	240873,76	244124,95	207125,06	181735,21	168591,77
17	224386,41	206183,33	211476,98	186961,49	158151,30
18	245110,12	219188,19	214021,34	189164,14	158083,31
19	248371,69	221574,03	198377,58	189065,35	160373,84
20	278751,35	221074,37	216263,48	185441,18	168250,32
Media	256332,63	219452,95	208111,88	183967,33	165083,77
Max Ec	280401,07	222446,49	216263,48	192557,49	180650,06
Min Ec	224386,41	217537,02	194071,66	172656,14	155695,04
Desviación Estándar	13225,53	1622,05	7559,29	5915,79	8040,74
Ec.max 95%	282254,67	222632,17	222928,09	195562,28	180843,61
Ec.min 95%	230410,58	216273,72	193295,66	172372,38	149323,93

Fuente: Autor

Cabe indicara que los resultados obtenidos son para un solo tipo de árido; arena de sector de Santa Isabel, grava de Vipesa de tamaño nominal de 3/4" y cemento Holcim tipo HE (alta resistencia inicial).

Al incrementar la relación agua/cemento el valor del módulo de elasticidad es menor como se puede observar en la Ilustración 4.6.

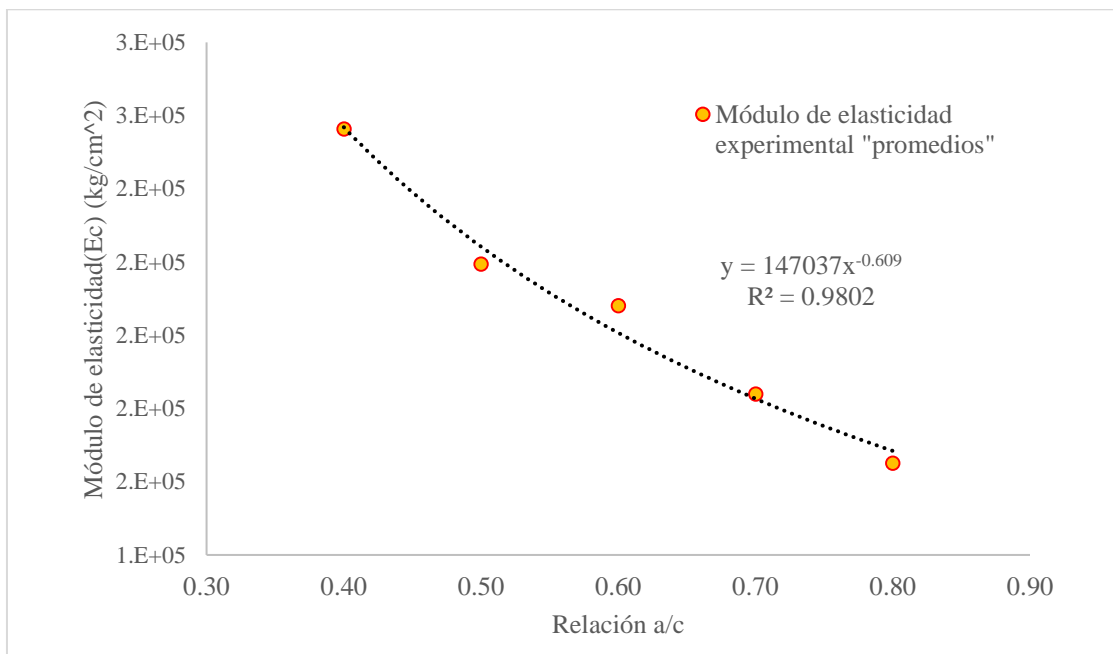


Ilustración 4.6 Relación a/c vs módulo de elasticidad experimental.
Fuente: Autor

4.6. Comparación entre los valores obtenidos teóricamente y experimental

El American Concrete Institute, (2019), en el capítulo 19 de su parte reglamentaria, hace referencia que la elasticidad puede variar de acuerdo con el valor calculado.

El valor experimental cambia por algunos factores como el árido, humedad del hormigón, relación agua/cemento, edad del hormigón y temperatura. Estos factores hacen que el valor difiera a los obtenidos mediante el ACI 318 y NEC 2015.

El análisis comparativo entre los valores se presenta en la *Tabla 4.9*, en que se encuentra el promedio de 20 cilindros y su diferencia que existe al emplear la expresión del ACI 318 y NEC 2015 para cada relación agua /cemento.

Tabla 4.9 Diferencia del valor experimental, ACI 318 y NEC 2015.

A/C	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO	MÓDULO DE ELASTICIDAD Kgf/cm ²			
		ACI -318	NEC 2015	Experimental	%
(0.4)	414,62	307468,12	307468,12	256332,63	16,63%
(0.5)	357,13	285358,32	285358,32	219452,95	23,10%
(0.6)	251,32	239383,82	239383,82	208111,88	13,06%
(0.7)	166,86	195050,71	195050,71	183967,33	5,68%
(0.8)	127,64	170595,34	170595,34	165083,77	3,23%

Fuente: Autor

A continuación, se muestra la relación entre los valores obtenidos experimentalmente y los teóricos, también se puede apreciar que el valor es menor a lo estimado.

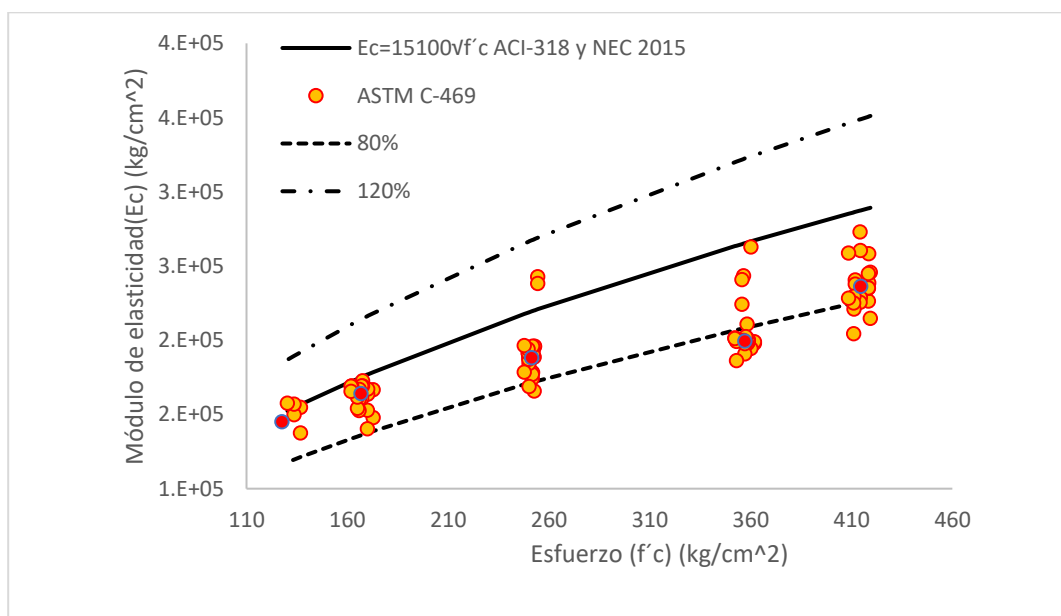


Ilustración 4.7 Relación entre los valores obtenidos experimentalmente y los teóricos.

Fuente: Autor

4.7. Obtención de la expresión de mejor ajuste

Encontrar una expresión que correlacione el módulo de elasticidad y la resistencia característica $f'c$ tiene una enorme utilidad para calculistas y constructores, toda vez que el primer parámetro

caracteriza el hormigón empleado en la construcción y se convierte en la variable independiente, mientras que el segundo depende de los valores asignados a $f'c$.

Para conocer la expresión que presente mejor ajuste en un conjunto de pares ordenadas variables independientes y variables dependientes de una familia de funciones se aplicó el criterio de mínimos cuadrados. Al graficar las variables se tiene una nube de puntos que se pueden ajustar a una función o línea de tendencia.

Como se indicó en el capítulo anterior los cálculos se realizaron en la hoja de MS Excel 2016, esta herramienta presenta las funciones con la que puede trabajar que son las siguientes: lineal, polinómica, logarítmica, exponencial y potencial. La correlación R^2 es un indicador de la precisión de ajusta de la función a los datos es decir que su valor es más cerca de la unidad indica que la línea de tendencia presenta una buena correlación.

Gracias a la facilidad que presenta la hoja de MS Excel 2016 se realizó algunos ajustes con diferentes funciones al conjunto de puntos y la que mejor ajuste presenta es la de tipo potencial.

En la Ilustración 4.8 se presenta los valores promedios de cada relaciona agua/cemento que corresponde a la resistencia a compresión vs el módulo de elasticidad elaborados con materiales de mayor expendio en la ciudad de Azogues y sus alrededores, en la nube de puntos se añade la línea de tendencia correspondiente a la función potencial el cual arroja una correlación $R^2 = 0,9473$.

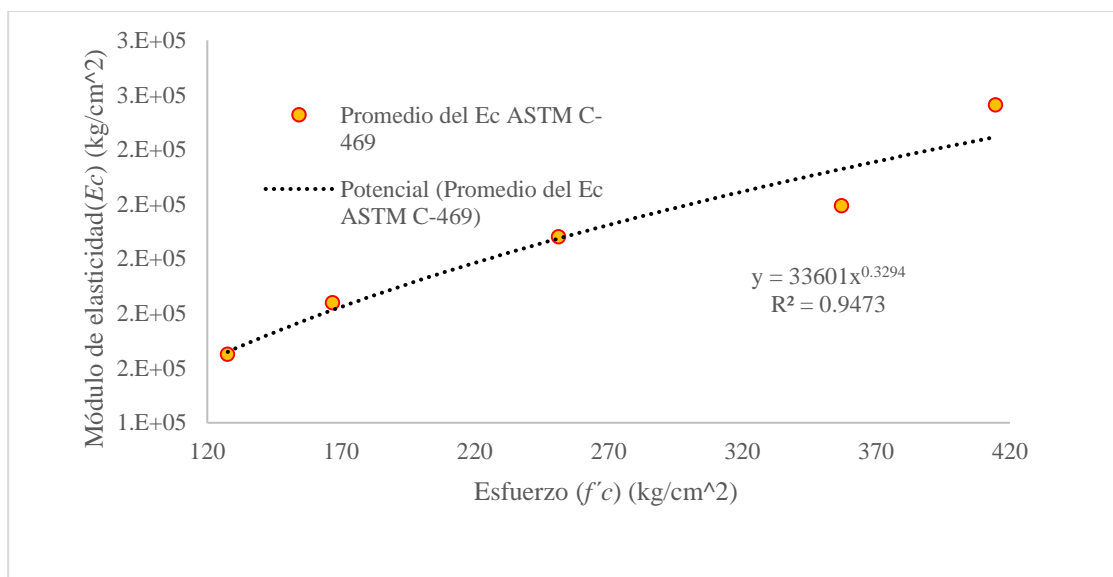


Ilustración 4.8 Línea de tendencia y correlación de los resultados obtenidos del hormigón fabricado con materiales de Hormicenter.

Fuente: Autor

Para tener una expresión matemática de igual similitud se emplea una nomenclatura que consiste en determinar un factor que se multiplica por la raíz cuadrada de la resistencia específica. (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

Con el objetivo de obtener una expresión similar a la del ACI 318 y NEC 2015, se aplica la función potencial en el programa IBM SPSS regresión no lineal y se obtiene el siguiente valor de K con un $R^2 = 0.731$.

En la Ilustración 4.9 presenta los resultados al aplicar la expresión de la función regresión potencial a los datos obtenidos en laboratorio experimentalmente.

Estimaciones de parámetro				
Parámetro	Estimación	Desv. Error	Intervalo de confianza de 95 %	
			Límite inferior	Límite superior
K	12832,242	499,253	11446,094	14218,390

ANOVA ^a			
Origen	Suma de cuadrados	gl	Medias cuadráticas
Regresión	2.170E+11	1	2.170E+11
Residuo	1313635093	4	328408773.3
Total sin corrección	2.183E+11	5	
Total corregido	4876653167	4	

Variable dependiente: Módulo de elasticidad

a. R cuadrado = 1 - (Suma de cuadrados residual) / (Suma de cuadrados corregida) = ,731.

Ilustración 4.9 Valor de k con un nivel de confianza 95%.

Fuente: Autor

La expresión de igual similitud a la del ACI 318 Y NEC 2015 es la siguiente:

$$y = k * f'c^{0.50} \quad \text{Ecuación 4.1}$$

$$Ec = 12832.242\sqrt{f'c}$$

Los resultados obtenidos se pueden reflejar en la Ilustración 4.10, la comparación de las ecuaciones obtenidas experimentalmente vs ACI 318 y NEC 2015. El valor del módulo de elasticidad obtenida mediante las expresiones experimentales es menor a la expresión de la norma debido a que los áridos empleados en la investigación poseen diferentes características a las empleadas en la norma.

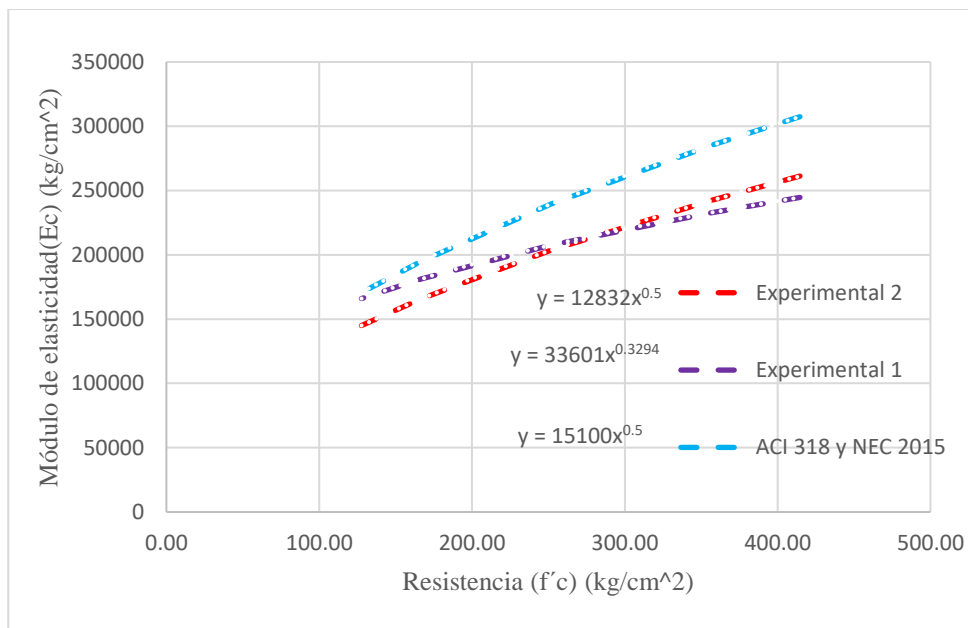


Ilustración 4.10 Comparación de las ecuaciones obtenidas experimental y la ACI 318, NEC 2015

Fuente: Autor

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En el presente trabajo de investigación una de las principales actividades realizadas fue identificar el material de mayor demanda para la producción de hormigón en la ciudad de Azogues. Esta información se obtuvo mediante encuestas a profesionales según la preferencia de productores de hormigón premezclado en la zona estudio. Con el resultado se llega a la siguiente conclusión:

Que la fábrica Hormicenter se encuentra entre los principales proveedores de hormigón premezclado y por consiguiente el árido y cemento empleado en la producción de hormigón son los componentes que presentan mayor demanda para ser empleados en la producción del hormigón.

En cuanto a los áridos empleados en la investigación para determinar el módulo de elasticidad del hormigón, estos provienen: árido fino del sector de Santa Isabel y grava de la mina Vipesa.

Árido fino empleado en la investigación, para la producción de hormigón cumple con los requisitos de gradación, el tamaño del árido fino o arena es de N°4 o 4,75mm y tiene un módulo de finura de 2,57 identificado como ligeramente fino. El porcentaje del material pasante del tamiz con abertura de 75µm (N° 200) es de 2.75 %, este tipo de árido contribuye favorablemente en el hormigón ya que presenta buenas características.

Debido que el árido grueso no cumple con la gradación estipulado en la norma se realizó un ajuste con áridos de diferente tamaño nominales de partículas: A (3/4”) y B (pasante 3/4”), ya que el árido empleado no pose suficientes partículas fina. El porcentaje para combinar de cada árido es de 50% de cada uno, de esa manera cumple con la distribución granulométrica. El árido combinado presenta una densidad en su estado superficialmente seco 2757.78kg/m³.

El árido grueso presenta un porcentaje de degradación de 12.14%, cumpliendo con el requerimiento establecido en la norma he indicado que el árido es resistente al desgaste en el proceso de almacenamiento, transporte y mezclado.

Con los datos obtenidos de la resistencia a la compresión se pudieron determinar que los especímenes ensayados a los 28 días están cumpliendo con la resistencia estimada con 120%.

El módulo de elasticidad obtenido experimental da resultados inferiores a los estimado por la expresión de la norma ACI 318 y NEC 2015. Se presenta esta variación debido a que estas expresiones se obtuvieron con áridos que poseen diferentes características al árido existente en la localidad. Comparando los resultados obtenidos se presentan las diferencias de valores para cada relaciona agua/cemento; 0.4 es de 16.63%, para el 0.5 es de 23.10%, 0.6 es de 13,06%, 0.7 presenta un 5,68% y 0.8 es de 3.23% de los propuestos del ACI 318 Y NEC 2015.

Como se pudo estimar el módulo de elasticidad fabricado con áridos que emplea la fábrica Hormicenter es menor a lo establecido por el ACI 318 y NEC 2015, razón por la que planteo la siguientes expresiones para los áridos que se emplearon en la investigación, estas expresiones poseen una correlación de $R^2 = 0.9473$ y $R^2 = 0.731$, concluyendo que para determinar el valor del módulo elasticidad del hormigón fabricados con estos áridos se pueden aplicar la expresiones $y = 33601x^{0.3294}$ ya que presenta una correlación más próxima a la unidad.

5.2. Recomendaciones

Al formar parte del hormigón el árido es material que ocupa mayor volumen, por esa razón se recomienda que las minas de áridos presente un documento con las propiedades físicas y mecánica del material que expenden.

Otro de los elementos que hay que tener en cuenta es el cemento ya que algún cambio en sus componentes varía el resultado.

El control de calidad del hormigón no es solo la resistencia a la compresión a los 28 días, se debe además establecer el módulo de elasticidad.

Utilizar la ecuación y graficas obtenidas en esta investigación para estimar el valor del módulo de elasticidad siempre y cuando los materiales presenten propiedades similares a los empleados en esta investigación

Se recomienda a los Ingenieros Diseñadores tener en cuenta la importancia que tiene módulo de elasticidad del hormigón ya que este varía en función de sus componentes.

Mediante esta investigación se puede observar que hay un cambio de valores del con respecto a lo establecido por el ACI 318. Esto se debe a que el hormigón empleado en la investigación fue elaborado con diferentes áridos y cemento que poseen diferentes características a los empleados por el ACI 318.

Referencias Bibliográficas

ACI Committee 318. 2019. Building Code Requirements Available For Public Review (ACI 318-19).

Adam M., N. (1995). *Tecnología Del Concreto* (Primera Ed.). Ciudad De México, México: Miembro De La Cámara Nacional De La Industria.

American Concrete Institute. (2019). *Requisitos De Reglamento Para Concreto Estructural (ACI318S-19)*. American Concrete Institute.

Anasi Chango, N. (2013). *Módulo Estático De Elasticidad Del Hormigón, En Base A Su Resistencia A Compresión: $F'c=28\text{mpa}$, Fabricado Materiales Mina Villacrés Y Cemento Holcim. [Obtención Del Título De Ingeniero Civil, Universidad Centra Del Ecuador]*. Universidad Central Del Ecuador., Quito, Ecuador.

Arequípa, E., Coba, W., Garzón, D., & Vargas, L. (2012). *Módulo Estático De Elasticidad Del Hormigón En Base A Su Resistencia A La Compresión Simple F_c 21mpa Y 30mpa [Obtención Del Título De Ingeniero Civil, Universidad Central Del Ecuador]*. Quito.

Arequípa, E., Coba, W., Garzón, D., & Vargas, L. (2012). *Módulo Estático De Elasticidad Del Hormigón En Base A Su Resistencia A La Compresión Simple F_c 21mpa Y 30mpa [Obtención Del Título De Ingeniero Civil, Universidad Central Del Ecuador]*. Quito.

Asociación Colombiana De Productores De Concreto. (2010). *Tecnología Del Concreto Materiales, Propiedades Y Diseño De Mezclas* (Vol. I). (J. R. Niño Hernández, Ed.) Colombia.

ASTM C- 469. (2014). *Método Estándar Para La Determinación Del Módulo De Elasticidad Estático Y De La Relación De Poisson Del Concreto Sometido A Compresión*.

- Cervera Ruiz, M., & Blanco Díaz, E. (2015). *Resistencia De Materiales*. Barcelona, España: Cimne.
- Crespo, J. (2018). *Estudio De La Correlación Entre El Módulo De Rotura Y La Resistencia A La Compresión Del Hormigón Hidráulico De Cemento Portland, Empleando Cementos Y Áridos Comunes De La Ciudad De Cuenca, Tesis Previa A La Obtención Del Grado De Magister En Construcción*. Universidad De Cuenca. Facultad De Arquitectura Y Urbanismo, Cuenca, Azuay , Ecuador.
- Díaz , P., & Fernández, P. (2002). *Determinación Del Tamaño De Muestral Para Calcular*.
- Fernández, P. S. (2001). *Determinación Del Tamaño Muestral*. Coruña.
- Gallego, M., & Sarria, A. (2012). Estimación De La Incertidumbre Aleatoria De La Distorsión Sísmica De Entrepiso De Pórticos De Concreto Reforzado Considerado La Variable Del Módulo Elástico. *Ingeniería De La Construcción*, 96.
- Giraldo, B. O. (2006). *Dosificación De Mezcla Del Hormigón*. Unidad Nacional De Colombia, Medellín, Colombia.
- Guaño, C. E. (2015). *Módulo De Elasticidad Del Hormigón En Base A Su Resistencia A La Compresión De 21mpa, Elaborado Con Agregados Del Sector La Providencia Y Cemento Chimborazo. [Obtención De Título De Ingeniero Civil, Universidad Nacional De Chimborazo]*. Universidad Nacional De Chimborazo Facultad De Ingeniería, Riobamba, Ecuador.
- Gutiérrez, H., & Salazar, R. (2008). *Análisis Y Diseño De Experimentos (Segunda Edición Ed.)*. Guanajuato, México: Mc Graw-Hill.

- Gutiérrez, L. (2003). *El Concreto Y Otros Materiales Para La Construcción*. Manizales, Colombia.
- Herrería Cisneros, S., & Villegas Dávila, F. (2008). *Módulo De Elasticidad Y Curvas De Esfuerzo Deformación, Base A La Compresión Del Hormigón A 21, 28,35mpa. [Obtención Del Título De Ingeniero Civil, Escuela Politécnica Del Ejercito]*. Sangolquí.
- Holcim. (2018). *Holcim Premium Cement Holcim Tipo He*. Retrieved From <https://solucionesholcim.com/holcim-premium/>
- Instituto Ecuatoriano Del Cemento Y Del Concreto. (2009). *Control De Calidad En El Hormigón*. Quito, Ecuador: Noción.
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). *Diseño Y Control De Mezclas De Concreto*. Illinois, Eeuu: Portland Cemento Association, Skokie.
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño Y Control De Mezclas De Concreto*. Illinois, , Eeuu: Portland Cemento Association.
- Mamlouk M. & Zaniewski, M. S. (2009). *Materiales Para Ingeniería Civil*. Pearson Prentice Hall.
- Neville, A. M. (2014). *Tecnología Del Concreto* (Cuarta Ed.). M.En A. Soledad Moliné Venanzi.
- Nilson, A. (2001). *Diseño De Estructuras De Concreto*. (E. A. H, Ed.) Colombia.
- Norma Ecuatoriana De La Construcción. (2015). *Estructuras De Hormigón Armado*. Quito, Pichincha, Ecuador: Dirección De Comunicación Social, Miduvi.
- NTE INE 697. (2010). *Áridos. Determinación Del Material Más Fino Que Pasa El Tamiz Con Aberturas De 75um (N°200), Mediante Lavado*. Quito, Ecuador: First Edition.

NTE INEN 151. (2005). *Cemento. Definición De Términos Relacionados Con El Cemento Hidráulico*. Quito, Ecuador: First Edition.

NTE INEN 152. (2005). *Cemento Portland. Requisitos*. Quito, Ecuador: First Editón.

NTE INEN 1573. (2010). *Hormigón De Cemento Hidráulico. Determinación De La Resistencia A La Compresión De Especímenes Cilíndricos De Hormigón De Cemento Hidráulico*. Quito, Ecuador.

NTE INEN 1576. (2011). *Hormigón De Cemento Hidráulico. Elaboración Y Curado En Obra De Especímenes Para Ensayos*. Quito, Ecuador.

NTE INEN 2380. (2010). *Cemento Hidráulico. Requisitos De Desempeño Para Cementos Hidráulicos*. Quito, Ecuador.

NTE INEN 490. (2011). *Cemento Hidráulico Compuesto. Requisitos*. Quito, Ecuador.

NTE INEN 695. (2010). *Áridos Muestreo*. Quito, Ecuador: Frist Edition.

NTE INEN 696. (2011). *Áridos. Análisis Granulométrico En Los Árdios, Fino Y Grueso*. Quito, Ecuador: First Edition.

NTE INEN 856. (2010). *Áridos. Determinación De La Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) Y Absorción Del Árido Fino*. Quito, Ecuador: First Edition.

NTE INEN 857. (2010). *Áridos. Determinación De La Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) Y Absorción Del Árido Grueso*. Quito, Ecuador: First Edition.

NTE INEN 858. (2010). *Áridos. Determinación De La Masa Unitaria (Peso Volumétrico) Y El Porcentaje De Vacíos*. Quito, Ecuador: First Edition.

- NTE INEN 860. (2011). *Áridos. Determinación Del Valor De La Degradación Del Árido Grueso De Partículas Menores A 37,5mm Mediante El Uso De La Máquina De Los Ángeles*. Quito, Ecuador: First Edition.
- NTE INEN 872. (2010). *Áridos Para Hormigón Requisitos*. Quito, Ecuador.
- Pasino, G. O. (2004). *Material De Apoyo Para La Enseñanza De Los Cursos De Diseño Y Comportamiento Del Concreto Armado*. Lima, Perú.
- Quiroz, M., & Salamanca, L. (2006). *Apoyo Didáctico Para La Enseñanza Y Aprendizaje En La Asignación De "Tecnología Del Hormigón"*. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor De San Simón.
- Rivera, G. (2013). *Concreto Simple*.
- Romo, M. P. (2008). *Tema De Hormigón Armado*. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politécnica Del Ejército.
- Sánchez García, J. (2013). *La Resistencia A La Compresión Del Hormigón Y Su Influencia En El Módulo De Elasticidad Estático En El Cantón Ambato, Provincia De Tungurahua. [Obtención Título De Ingeniero Civil]*. Ambato, Ecuador.
- Sánchez, D. (2000). *Tecnología Del Concreto Y Del Mortero* (Cuarta Ed.). Santafé De Bogotá, Colombia: Quebecer Impreandes.
- Sarmiento, R. O. (2016). *Diseño Sismorresistente Edificaciones De Concreto Armado*. (O. I. Eirl, Ed.) Lima, Perú.
- Serpa, J., & Vázquez, D. (2018). *Determinación Del Módulo De Elasticidad Y La Resistencia A Compresión Del Hormigón En Función De La Variabilidad Caracterización Del*

Agregado, [Obtención De Título De Ingeniero Civil , Universidad De Cuenca].
Universidad De Cuenca, Cuenca.

T.W, L. (2006). *El Concreto En La Construcción*. México: Trillas.

Teodoro E., H. (2002). *Diseño De Estructuras De Concreto Armado*. Perú: Fondo Editorial.

Valarezo, M. (2012, Marzo 6). Control De Calidad Del Hormigón Con Probetas Cilíndricas De 100x200mm. *Ingeniería Civil*. Retrieved From <https://es.slideshare.net/Mfvalarezo/control-de-calidad-del-concreto-42427330>

Wikipedia. (2020, Febrero 1). Retrieved from <http://azogues.tripod.com/>

Yancha Alvarado, A. (2013). *Módulo Estático De Elasticidad Del Hormigón En Base A Su Resistencia A La Compresión $f'c=28$ Mpa Fabricado Mina San Ramón Y Cemento Chimborazo. [Obtención Del Título De Ingeniero Civil, Universidad Central Del Ecuador].* Universidad Central Del Ecuador, Quito, Ecuador.

Anexo N°1

ENSAYOS DEL ÁRIDO EN LABORATORIO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Proyecto: Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión

Fiscalizador:

Constructor:

Material: Grava filtrada "3/4"

Para Uso: Hormigón

Prof. de Muestra:

Característica:

Fecha: 13/9/2013 México Fecha: 21/10/2013 Enceyo

Diseño De Hormigón.

ANALISIS GRANULOMETRICO ARIDO GRUESO POR TAMIZADO, NTE INEN 696 - 697; ASTM D422; AASHTO T88

Clasificación n Tamaño	Tamices		Peso Acumulado	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
	Ø	(mm)						
GRAVA	GRUESA	3"	75,2					
		2 1/2"	63,5					
		2"	50					
		1 1/2"	37,5					
		1"	25				100	
	3/4"	19	5.12	5.12	7.62	7.62	52.38	
	FINA	1/2"	12,5	3.775	3.263	28.56	56.18	43.82
		3/8"	9,5	5.071	1.256	18.28	75.46	24.54
N 4		4,75	6.576	1.605	22.40	97.86	2.14	
ARENA	GRUESA	8	2.380					
		10	2.000					
	MEDIA	16	1.190					
		20	0.840					
		30	0.590					
		40	0.426					
	FINA	50	0.297					
		60	0.250					
		80	0.177					
		100	0.149					
		200	0.074					

P. Acumulado + fondo: 143.51 2.14 95.55 0.1

% ERROR: 0.01

Peso Inicial Seco: 6720

$$\% \text{Retenido} = \frac{(\text{Peso retenido} * 100)}{\text{Total}}$$

$$\% \text{Retenido Acumulado: } \% \text{Pasa} = 100 - \% \text{Retenido Acomulado}$$

$$\% \text{ Error: } = \frac{\text{Pe. inicial} - \text{Pe. acumulado mas fondo}}{\text{Peso Acomilado mas fondo}} * 100$$



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Proyecto: Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión

Fiscalizador: _____

Constructor: _____

Material: Grava lavada "3/4"

Para Uso: Hormigón

Prof. de Muestra: _____

Característica: _____

Fecha: 15/9/2019 Mostrero Fecha: 21/10/2019 Ensayo

Diseño De Hormigon.

ANALISIS GRANULOMETRICO ARIDO GRUESO POR TAMIZADO, NTE INEN 696 - 697; ASTM D422; AASHTO T88

Clasificación n Tamaño	Tamices		Peso	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	
	Ø	(mm)	Acumulado	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	
GRAVA	GRUESA	3"	75,2					
		2 1/2"	63,5					
		2"	50					
		1 1/2"	37,5					
		1"	25					
	3/4"	19	682	682	8.52	8.52	100	
	FINA	1/2"	12,5	4534	3852	48.13	56.65	43.35
		3/8"	9,5	6175	1641	20.19	77.16	22.84
N 4		4,75	7861	1696	21.19	98.35	1.65	
ARENA	GRUESA	8	2,380					
		10	2,000					
		16	1,190					
	MEDIA	20	0,840					
		30	0,590					
		40	0,426					
		50	0,297					
	FINA	60	0,250					
		80	0,177					
		100	0,149					
200		0,074						

P. Acumulado + fondo: 129.31 1.62 39.57 0.03

% ERROR: 0.03

Peso Inicial Seco: 8003

$$\% \text{Retenido} = \frac{(\text{Peso retenido} * 100)}{\text{Total}}$$

$$\% \text{Retenido Acumulado: } \% \text{Pasa} = 100 - \% \text{Retenido Acomulado}$$

$$\% \text{ Error: } = \frac{\text{Pe. inicial} - \text{Pe. acumulado mas fondo}}{\text{Peso Acomilado mas fondo}} * 100$$



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Proyecto: Determinación del modelo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión

Fiscalizador: _____

Constructor: _____

Material: Grava triturada "3/4"

Para Uso: Hormigón

Prof. de Muestra: _____

Característica: _____

Fecha: _____

15/9/2019

Fecha 21/10/2019

Diseño De Hormigón.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ÁRIDO GRUESO POR TAMIZADO, NTE INEN 696 - 697; ASTM D422; AASHTO T88

Clasificación Tamaño	Tamices		Peso	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	
	Ø	(mm)	Acumulado	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	
GRAVA	GRUESA	3"	75,2					
		2 1/2"	63,5					
		2"	50					
		1 1/2"	37,5					
		1"	25					
	3/4"	19	274	274	5.65	5.65	100	
	FINA	1/2"	12,5	2614	2340	48.86	53.86	46.14
		3/8"	9,5	3532	318	72.92%	72.78	27.22
N 4		4,75	4742	1210	24.93	37.71	2.28	
ARENA	GRUESA	8	2,380					
		10	2,000					
	MEDIA	16	1,190					
		20	0,840					
		30	0,590					
		40	0,426					
	FINA	50	0,297					
		60	0,250					
		80	0,177					
		100	0,149					
		200	0,074					

P. Acumulado + fondo: 106

218

88.86

910

% ERROR: 0.10

Peso Inicial Seco: 4853

$$\% \text{Retenido} = \frac{(\text{Peso retenido} * 100)}{\text{Total}}$$

$$\% \text{Retenido Acumulado: } \% \text{Pasa} = 100 - \% \text{Retenido Acomulado}$$

$$\% \text{ Error: } = \frac{\text{Pe. inicial} - \text{Pe. acumulado mas fondo}}{\text{Peso Acomilado mas fondo}} * 100$$



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Proyecto: Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión

Fiscalizador: _____

Constructor: _____

Material: Grava triturada 3/4"

Para Uso: Hormigón

Prof. de Muestra: _____

Característica: _____

Fecha: 15/9/2014 Fecha: 21/10/2014
Muestra Grava

Diseño De Hormigon.

ANALISIS GRANULOMETRICO ARIDO GRUESO POR TAMIZADO, NTE INEN 696 - 697; ASTM D422; AASHTO T88

Clasificación Tamaño	Tamices		Peso	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	
	Ø	(mm)	Acumulado	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	
GRAVA	GRUESA	3"	75,2					
		2 1/2"	63,5					
		2"	50					
		1 1/2"	37,5					
		1"	25				100	
	3/4"	19	268	268	5.42	5.42	94.58	
	FINA	1/2"	12,5	2753	2485	50.28	55.71	44.29
		3/8"	9,5	3863	110	22.46	78.17	21.82%
		N 4	4,75	4874	1011	20.96	98.62	1.38%
ARENA	GRUESA	8	2,380					
		10	2,000					
	MEDIA	16	1,190					
		20	0,840					
		30	0,590					
		40	0,426					
	FINA	50	0,297					
		60	0,250					
		80	0,177					
		100	0,149					
		200	0,074					

P. Acumulado + fondo: 68 1.38 100 60

% ERROR: 0.00

Peso Inicial Seco: 4942

%Retenido = $\frac{(\text{Peso retenido} * 100)}{\text{Total}}$

%Retenido Acumulado: %Pasa = 100 - %Retenido Acomulado

% Error: $= \frac{Pe. inicial - Pe. acumulado mas fondo}{\text{Peso Acomilado mas fondo}} * 100$



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Proyecto: Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión

Fiscalizador: _____

Constructor: _____

Material: Cemento Holtsada 3/4"

Para Uso: Hormigón

Prof. de Muestra: _____

Característica: _____

Fecha: 15/9/2019 Fecha: 21/10/2019
Muestra Ensayo

Diseño De Hormigón.

ANALISIS GRANULOMETRICO ARIDO GRUESO POR TAMIZADO, NTE INEN 696 - 697; ASTM D422; AASHTO T88

Clasificación n Tamaño	Tamices		Peso	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	
	Ø	(mm)	Acumulado	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	
GRAVA	GRUESA	3"	75,2					
		2 1/2"	63,5					
		2"	50					
		1 1/2"	37,5					
		1"	25				100	
	3/4"	19	366	366	7,48	7,48	92,52	
	FINA	1/2"	12,5	9818	2462	49,73	57,22	42,78
		3/8"	9,5	3745	9,27	18,96	76,18	23,82
		N 4	4,75	21816	1071	21,90	98,08	1,92
ARENA	GRUESA	8	2,380					
		10	2,000					
	MEDIA	16	1,190					
		20	0,840					
		30	0,590					
		40	0,426					
	FINA	50	0,297					
		60	0,250					
		80	0,177					
		100	0,149					
	200	0,074						

P. Acumulado + fondo: 1,86% 99,94% 0,06%

% ERROR: 0,06

Peso Inicial Seco: 4890

$$\% \text{Retenido} = \frac{(\text{Peso retenido} * 100)}{\text{Total}}$$

$$\% \text{Retenido Acumulado: } \% \text{Pasa} = 100 - \% \text{Retenido Acomulado}$$

$$\% \text{ Error: } = \frac{\text{Pe. inicial} - \text{Pe. acumulado mas fondo}}{\text{Peso Acomilado mas fondo}} * 100$$



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Proyecto: Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión.

Fiscalizador:

Constructor:

Material: Arena

Para Uso: Hormigón

Prof. de Muestra:

Característica:

Fecha: 15/9/2015

Fecha: 29/10/2015

Muestra

Ensayo

Diseño De Hormigón.

ANALISIS GRAN. ARIDO FINO POR TAMIZADO, NTE INEN 696 - 697; ASTM D422; AASHTO T38

Clasi- ficar	Tamices		Peso	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	
	Ø	(mm)	Retenido	Acomulado	Parcial	Acumulado	Pasa	
GRAVA	GRUESA	3"	75,2					
		2 1/2"	63,5					
		2"	50					
		1 1/2"	37,5					
		1"	25					
		3/4"	19					
	FINA	1/2"	12,5					
		3/8"	9,5					100
ARENA	GRUESA	N 4	4,75	7,77	7,77	1,01	1,01	98,99
		8	2,380	52,61	60,38	6,83	7,84	92,16
	MEDIA	10	2,000					
		16	1,190	128,23	188,61	16,66	24,50	75,50
		20	0,840					
		30	0,590	216,26	404,87	28,05	52,60	47,40
	FINA	40	0,426					
		50	0,297	228,03	632,50	28,62	82,22	17,78
		60	0,250					
		80	0,177					
		100	0,149	102,80	735,30	13,35	95,58	4,42
		200	0,074					

P. Acumulado + fondo: 33,84

% ERROR: 0,02

Peso Inicial Seco: 769,76

%Retenido:
$$= \frac{(\text{Peso retenido} * 100)}{\text{Total}}$$

%Retenido Acumulado:
$$\% \text{Pasa} = 100 - \% \text{Retenido Acumulado}$$

% Error:
$$= \frac{\text{Pe. inicial} - \text{Pe. acumulado mas fondo}}{\text{Peso Acomilado mas fondo}} * 100$$

Modulo De Finura:
$$\frac{\sum \% \text{ Retenido Acum. no incluye fondo}}{100} = 2,58$$



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Proyecto: Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión

Fiscalizador:

Constructor:

Material: Piscina

Para Uso: Hormigón

Prof. de Muestra:

Característica:

Fecha: 15/9/2019

Fecha: 29/10/2019

Hormigón

Ensayo

Diseño De Hormigón.

ANALISIS GRAN. ARIDO FINO POR TAMIZADO, NTE INEN 696 - 697; ASTM D422; AASHTO T38

Clasi- ficar	Tamices		Peso	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	
	Ø	(mm)	Retenido	Acomulado	Parcial	Acumulado	Pasa	
GRAVA	GRUESA	3"	75,2					
		2 1/2"	63,5					
		2"	50					
		1 1/2"	37,5					
		1"	25					
		3/4"	19					
	FINA	1/2"	12,5					
		3/8"	9,5				100	
ARENA	GRUESA	N 4	4,75	6,27	6,27	1,0	1,0	
		8	2,380	35,58	41,85	5,68	6,68	93,31
	MEDIA	10	2,000					
		16	1,190	38,33	140,18	15,71	22,46	4,5
		20	0,840					
		30	0,590	179,08	319,26	28,61	51	18,42
		40	0,426					
	FINA	50	0,297	181,37	510,63	30,57	81,58	4,20
		60	0,250					
		80	0,177					
		100	0,149	89,03	559,60	14,22	95,80	93
		200	0,074					

P. Acumulado + fondo: 26,0

% ERROR: 0,04

Peso Inicial Seco: 625,84

$$\% \text{Retenido} = \frac{(\text{Peso retenido} * 100)}{\text{Total}}$$

$$\% \text{Retenido Acumulado: } \% \text{Pasa} = 100 - \% \text{Retenido Acumulado}$$

$$\% \text{ Error: } = \frac{\text{Pe. inicial} - \text{Pe. acumulado mas fondo}}{\text{Peso Acomilado mas fondo}} * 100$$

$$\text{Modulo De Finura: } \frac{\left[\sum \% \text{ Retenido Acum. no incluye fondo} \right]}{100} = 2,58$$



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Proyecto: Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión.

Fiscalizador:

Constructor:

Material: Arena

Para Uso: Hormigón

Prof. de Muestra:

Característica:

Fecha: 15/9/2019 Fecha: 24/10/2019

Hormigón

Cuango

Diseño De Hormigón.

ANALISIS GRAN. ARIDO FINO POR TAMIZADO, NTE INEN 696 - 697; ASTM D422; AASHTO T88

Clasi- ficac	Tamices		Peso	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	
	Ø	(mm)	Retenido	Acomulado	Parcial	Acumulado	Pasa	
GRAVA	GRUESA	3"	75,2					
		2 1/2"	63,5					
		2"	50					
		1 1/2"	37,5					
		1"	25					
		3/4"	19					
	FINA	1/2"	12,5					
		3/8"	9,5				100	
ARENA	GRUESA	N 4	4,75	9.68	9.68	1.16	98.84	
		8	2,380	94.37	64.03	6.50	7.667	
		10	2,000					
	MEDIA	16	1,190	130.28	154.33	15.58	23.23	76.77
		20	0,840					
		30	0,590	226.57	421.30	27.14	50.37	49.63
		40	0,426					
		50	0,297	247.65	668.95	28.61	78.98	20.02
	FINA	60	0,250					
		80	0,177			14		
		100	0,149	122.52	791.47	14.65	93.62	5.34
		200	0,074					

P. Acumulado + fondo: 24.40 5.31 93.53 0.07

% ERROR: 0.07

Peso Inicial Seco: 836.43

$$\% \text{Retenido} = \frac{(\text{Peso retenido} * 100)}{\text{Total}}$$

$$\% \text{Retenido Acumulado: } \% \text{Pasa} = 100 - \% \text{Retenido Acumulado}$$

$$\% \text{ Error: } = \frac{\text{Pe. inicial} - \text{Pe. acumulado mas fondo}}{\text{Peso Acomilado mas fondo}} * 100$$

Modulo De Finura: $\frac{\sum \% \text{ Retenido Acum. no incluye fondo}}{100} = 2.57$



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Proyecto: Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión.
 Fiscalizador: _____
 Constructor: _____
 Material: Arena
 Para Uso: Hormigón Prof. de Muestra: _____
 Característica: _____ Fecha: 15/9/2019 Fecha: 18/9/2019
Muestra Ensayo

Diseño De Hormigón.

ANALISIS GRAN. ARIDO FINO POR TAMIZADO, NTE INEN 696 - 697; ASTM D422; AASHTO T38

Clasi- ficar	Tamices		Peso	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	
	Ø	(mm)	Retenido	Acomulado	Parcial	Acumulado	Pasa	
GRAVA	GRUESA	3"	75,2					
		2 1/2"	63,5					
		2"	50					
		1 1/2"	37,5					
		1"	25					
		3/4"	19					
	FINA	1/2"	12,5					
		3/8"	9,5				100	
ARENA	GRUESA	N 4	4,75	9.75	9.75	1.26	1.26	98.74
		8	2,380	41.45	51.20	5.35	6.61	93.39
	MEDIA	10	2,000					
		16	1,190	107.	158.20	13.82	20.44	79.56
		20	0,840					
		30	0,590	208.95	367.15	26.95	47.43	52.57
	FINA	40	0,426					
		50	0,297	249.85	617.04	32.28	79.71	20.59
		60	0,250					
		80	0,177					
		100	0,149	119.09	736.13	15.38	95.10	4.90
		200	0,074					

P. Acumulado + fondo: 37.03

% ERROR: 0.12

Peso Inicial Seco: 774.08

%Retenido:
$$= \frac{(\text{Peso retenido} * 100)}{\text{Total}}$$

%Retenido Acumulado:
$$\% \text{Pasa} = 100 - \% \text{Retenido Acumulado}$$

% Error:
$$= \frac{\text{Pe. inicial} - \text{Pe. acumulado mas fondo}}{\text{Peso Acomilado mas fondo}} * 100$$

Modulo De Finura:
$$\frac{\left[\sum \% \text{ Retenido Acum. no incluye fondo} \right]}{100} = 9.51$$



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Proyecto: *Determinación del módulo de elasticidad del Hormigón en base a su resistencia a la compresión*

Fiscalizador:

Constructor:

Material: *Arena*

Para Uso: *Hormigón*

Prof. de Muestra:

Característica:

Fecha:

15/9/2019

Fecha: 24/10/2019

Muestra

25640

Diseño De Hormigon.

ANALISIS GRAN. ARIDO FINO POR TAMIZADO, NTE INEN 696 - 697; ASTM D422; AASHTO T88

Clasi- ficac	Tamices		Peso	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	
	Ø	(mm)	Retenido	Acomulado	Parcial	Acumulado	Pasa	
GRAVA	GRUESA	3"	75,2					
		2 1/2"	63,5					
		2"	50					
		1 1/2"	37,5					
		1"	25					
		3/4"	19					
	FINA	1/2"	12,5					
		3/8"	9,5					100
ARENA	GRUESA	N 4	4,75	7,94	7,94	1,05	105	98,95
		8	2,380	42,26	50,20	5,58	6,64	92,36
	MEDIA	10	2,000					
		16	1,190	117,6	167,70	15,59	22,17	77,83
		20	0,840					
		30	0,590	214,6	382,30	28,37	50,55	49,45
	FINA	40	0,426					
		50	0,297	233,41	615,71	30,86	81,41	18,59
		60	0,250					
		80	0,177					
		100	0,149	108,21	723,92	14,31	95,71	4,29
		200	0,074					

P. Acumulado + fondo: *32,92*

% ERROR: *0,13*

Peso Inicial Seco: *757,34*

$$\% \text{Retenido} = \frac{(\text{Peso retenido} * 100)}{\text{Total}}$$

$$\% \text{Retenido Acumulado} = \% \text{Pasa} = 100 - \% \text{Retenido Acumulado}$$

$$\% \text{Error} = \frac{\text{Pe. inicial} - \text{Pe. acumulado mas fondo}}{\text{Peso Acomilado mas fondo}} * 100$$

$$\text{Modulo De Finura} = \frac{\left[\sum \% \text{Retenido Acum. no incluye fondo} \right]}{100} = 2,51$$



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Proyecto: *Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión.*

Fiscalizador: _____

Constructor: _____

Material: *Ciava perforado 3/4"*

Para Uso: *Hormigón*

Toma de muestra: *Fabrica Horacenter*

Fecha: *15/8/2019*

Fecha: *28/10/2019*

DENSIDAD DE AGREGAGO GRUESO:

P. Canasta.	<u>1608.60</u>	A = Masa en el aire de la muestra seca al horno, gr	<u>2840</u>
P. Canasta	_____	B = Masa en el aire de la muestra saturado superficialmente seca, gr	<u>2888</u>
P. Can.+agu.+ Mater.	<u>3404</u>	C = Masa aparente en agua de la muestra	<u>176</u>
P.Inicio Mues. en S.S.	<u>2888</u>		

Calculos

Densidad relativa (gravedad específica) (SH) = $\frac{A}{B - C} = 2.60$

Densidad relativa (gravedad específica) (SSS) = $\frac{B}{B - C} = 2.64$

Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) = $\frac{A}{A - C} = 2.72$

Densidad (SH), kg/m³ = $\frac{997.5(A)}{B - C} = 2594.23$

Densidad (SSS), kg/m³ = $\frac{997.5(B)}{B - C} = 2757.78$

Densidad aparente (SH), kg/m³ = $\frac{997.5(A)}{A - C} = 2711.95$

Absorción % = $\frac{(S - A)}{A} \times 100 = 1.69$



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Proyecto: Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión

Fiscalizador:

Constructor:

Material: Grava triturada 3/4"

Para Uso: Hormigón

Toma de muestra: Fabrica Hermiscales

Fecha: 15/8/2019

Fecha: 28/10/2019

DENSIDAD DE AGREGAGO GRUESO:

P. Canasta	<u>1.603</u>	A = Masa en el aire de la muestra seca al horno, gr	<u>2209</u>
P. Canasta		B = Masa en el aire de la muestra saturado superficialmente seca, gr	<u>2242</u>
P. Can.+agu.+ Mater.	<u>3.003</u>	C = Masa aparente en agua de la muestra	<u>1399</u>
P.Inicio Mues. en S.S.	<u>2202</u>		

Calculos

Densidad relativa (gravedad específica) (SH) = $\frac{A}{B - C} = 2.59$

Densidad relativa (gravedad específica) (SSS) = $\frac{B}{B - C} = 2.63$

Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) = $\frac{A}{A - C} = 2.71$

Densidad (SH), kg/m³ = $\frac{997.5 (A)}{B - C} = 2580.18$

Densidad (SSS), kg/m³ = $\frac{997.5 (B)}{B - C} = 2755.95$

Densidad aparente (SH), kg/m³ = $\frac{997.5 (A)}{A - C} = 2706.97$

Absorción % = $\frac{(S - A)}{A} \times 100 = 1.45$



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Proyecto: Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión

Fiscalizador:

Constructor:

Material: Graya triturada 3/4"

Para Uso: Hormigón

Toma de muestra: Fabrica Hecanconfer

Fecha: 15/9/2018

Fecha: 28/10/2018

DENSIDAD DE AGREGAGO GRUESO:

P. Canasta	<u>1608</u>	A = Masa en el aire de la muestra seca al horno, gr	<u>9592</u>
P. Canasta		B = Masa en el aire de la muestra saturado superficialmente seca, gr	<u>9576</u>
P. Can.+agu.+ Mater.	<u>3214</u>	C = Masa aparente en agua de la muestra	<u>1607</u>
P.Inicio Mues. en S.S.	<u>9576</u>		

Calculos

Densidad relativa (gravedad específica) (SH) = $\frac{A}{B - C} = 2.62$

Densidad relativa (gravedad específica) (SSS) = $\frac{B}{B - C} = 2.66$

Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) = $\frac{A}{A - C} = 2.75$

Densidad (SH), kg/m³ = $\frac{997.5(A)}{B - C} = 2614.07$

Densidad (SSS), kg/m³ = $\frac{997.5(B)}{B - C} = 2746.26$

Densidad aparente (SH), kg/m³ = $\frac{997.5(A)}{A - C} = 2708.02$

Absorción % = $\frac{(S - A)}{A} \times 100 = 1.33$



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Proyecto: Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión.

Fiscalizador:

Constructor:

Material: Cera filtrada 3/4"

Para Uso: Hormigón

Toma de muestra: Fabrica Almirante

Fecha: 15/9/2013

Fecha: 28/10/2013

DENSIDAD DE AGREGAGO GRUESO

P. Canasta.	<u>1608</u>	A = Masa en el aire de la muestra seca al horno, gr	<u>2572</u>
P. Canasta		B = Masa en el aire de la muestra saturada superficialmente seca, gr	<u>2619</u>
P. Can.+agu.+ Mater.	<u>3229</u>	C = Masa aparente en agua de la muestra	<u>1626</u>
P. Inicio Mues. en S.S.	<u>2619</u>		

Calculos

Densidad relativa (gravedad específica) (SH) = $\frac{A}{B - C} = 2.59$

Densidad relativa (gravedad específica) (SSS) = $\frac{B}{B - C} = 2.63$

Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) = $\frac{A}{A - C} = 2.70$

Densidad (SH), kg/m³ = $\frac{997.5(A)}{B - C} = 2586.26$

Densidad (SSS), kg/m³ = $\frac{997.5(B)}{B - C} = 2740.76$

Densidad aparente (SH), kg/m³ = $\frac{997.5(A)}{A - C} = 2697.76$

Absorción % = $\frac{(S - A)}{A} \times 100 = 1.82$



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Proyecto: *Determinación del modelo de elasticidad del hormigón en base a sus resistencias a la compresión.*

Fiscalizador:

Constructor:

Material: *Grava triturada 3/4"*

Para Uso: *Hormigón*

Toma de muestra: *Fabrica Hormigón*

Fecha: *15/5/2015*

Fecha: *28/10/2015*

DENSIDAD DE AGREGAGO GRUESO:

P. Canasta.	<i>1608</i>	A = Masa en el aire de la muestra seca al horno, gr	<i>2840</i>
P. Canasta		B = Masa en el aire de la muestra saturado superficialmente seca, gr	<i>2880</i>
P. Can.+agu.+ Mater.	<i>3410</i>	C = Masa aparente en agua de la muestra	<i>1802</i>
P.Inicio Mues. en S.S.	<i>2880</i>		

Calculos

Densidad relativa (gravedad específica) (SH) = $\frac{A}{B - C} = 2.61$

Densidad relativa (gravedad específica) (SSS) = $\frac{B}{B - C} = 2.66$

Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) = $\frac{A}{A - C} = 2.74$

Densidad (SH), kg/m³ = $\frac{987.5 (A)}{B - C} = 2603.77$

Densidad (SSS), kg/m³ = $\frac{987.5 (B)}{B - C} = 2777.24$

Densidad aparente (SH), kg/m³ = $\frac{987.5 (A)}{A - C} = 2728.13$

Absorción % = $\frac{(S - A)}{A} \times 100 = 1.76$



Proyecto: *Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión*

Fiscalizador:

Constructor:

Material: *arena*

Para Uso: *Hormigón*

Toma de muestra: *Fabrica Hormigón*

Fecha: *13/9/2019* Fecha: *28/10/2019*
Muestreo Ensayo

DENSIDAD DE AGREGAGO FINO:

P. Pignometro	<u>2118</u>	A = Masa de la muestra seca al horno, gr	488,8
P. Pig.+ agua	<u>1207,6</u>	B = Masa del picnómetro lleno con agua, hasta marca calibración, gr	
P. Pig.+ Agua+ Mues.	<u>1605,4</u>	C = masa del picnómetro lleno con muestra y agua, gr	
P.Inicio Mues. en S.S.	<u>500</u>	S = Masa de la muestra saturada superficialmente seca, gr	

Calculos

Densidad relativa (gravedad específica) (SH) = $\frac{A}{B + S - C} = 2,42$

Densidad relativa (gravedad específica) (SSS) = $\frac{S}{B + S - C} = 2,47$

Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) = $\frac{A}{B + A - C} = 2,56$

Densidad (SH), kg/m³ = $\frac{2575 A}{B + S - C} = 2411,01$

Densidad (SSS), kg/m³ = $\frac{2575 S}{B + S - C} = 2466,25$

Densidad aparente (SH), kg/m³ = $\frac{2575 A}{B + A - C} = 2552,36$

Absorción % = $\frac{(S - A)}{A} \times 100 = 2,28$



Proyecto: *Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión.*

Fiscalizador:

Constructor:

Material: *Acera*

Para Uso: *Hormigón*

Toma de muestra: *Fabrica Hermicenter*

Fecha: *12/9/2013* *Fecha: 28/10/2013*
Maestro *Ensayo*

DENSIDAD DE AGREGAGO FINO:

P. Pignometro	<u>418</u>	A =	Masa de la muestra seca al horno, gr <i>489.24</i>
P. Pig.+ agua	<u>1207.58</u>	B =	Masa del picnómetro lleno con agua, hasta marca calibración, gr
P. Pig.+ Agua+ Mues.	<u>1505.88</u>	C =	masa del picnómetro lleno con muestra y agua, gr
P.Inicio Mues. en S.S.	<u>500</u>	S =	Masa de la muestra saturada superficialmente seca, gr

Calculos

Densidad relativa (gravedad específica) (SH) = $\frac{A}{B + S - C} = 2.43$

Densidad relativa (gravedad específica) (SSS) = $\frac{S}{B + S - C} = 2.48$

Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) = $\frac{A}{B + A - C} = 2.56$

Densidad (SH), kg/m³ = $\frac{987.5 (A)}{B + S - C} = 2418.62$

Densidad (SSS), kg/m³ = $\frac{987.5 (S)}{B + S - C} = 2472.73$

Densidad aparente (SH), kg/m³ = $\frac{987.5 (A)}{B + A - C} = 2555.87$

Absorción % = $\frac{(S - A)}{A} \times 100 = 2.20$



Proyecto: *Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión.*

Fiscalizador:

Constructor:

Material: *Arena*

Para Uso: *Hormigón*

Toma de muestra: *Fabrica Hormigón*

Fecha: *15/5/2015* *Fecha: 28/10/2015*
Muestreo *Ensayo*

DENSIDAD DE AGREGAGO FINO:

P. Pignometro	<u>418</u>	A = Masa de la muestra seca al horno, gr	<i>488.2</i>
P. Pig.+ agua	<u>1201.6</u>	B = Masa del picnómetro lleno con agua, hasta marca calibración, gr	
P. Pig.+ Agua+ Mues.	<u>1505.5</u>	C = masa del picnómetro lleno con muestra y agua, gr	
P.Inicio Mues. en S.S.	<u>500</u>	S = Masa de la muestra saturada superficialmente seca, gr	

Calculos

Densidad relativa (gravedad específica) (SH) = $\frac{A}{B + S - C} = 2.42$

Densidad relativa (gravedad específica) (SSS) = $\frac{S}{B + S - C} = 2.47$

Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) = $\frac{A}{B + A - C} = 2.57$

Densidad (SH), kg/m³ = $\frac{337.5 (A)}{B + S - C} = 2410.05$

Densidad (SSS), kg/m³ = $\frac{337.5 (S)}{B + S - C} = 2468.20$

Densidad aparente (SH), kg/m³ = $\frac{337.5 (A)}{B + A - C} = 2555.25$

Absorción % = $\frac{(S - A)}{A} \times 100 = 2.41$



Proyecto: *Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión.*

Fiscalizador:

Constructor:

Material: *Arena*

Para Uso: *Hormigón*

Toma de muestra: *Fabrica Hormigón* Fecha: *15/5/2015* Fecha: *28/10/2015*
Muestreo *Ensayo*

DENSIDAD DE AGREGAGO FINO:

P. Pignometro	<u>418</u>	A = Masa de la muestra seca al horno, gr	<i>485.4</i>
P. Pig.+ agua	<u>1207.6</u>	B = Masa del picnómetro lleno con agua, hasta marca calibración, gr	
P. Pig.+ Agua+ Mues.	<u>1304.8</u>	C = masa del picnómetro lleno con muestra y agua, gr	
P. Inicio Mues. en S.S.	<u>500</u>	S = Masa de la muestra saturada superficialmente seca, gr	

Calculos

Densidad relativa (gravedad específica) (SH) = $\frac{A}{B + S - C} = 2.41$

Densidad relativa (gravedad específica) (SSS) = $\frac{S}{B + S - C} = 2.47$

Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) = $\frac{A}{B + A - C} = 2.55$

Densidad (SH), kg/m³ = $\frac{987.5 (A)}{B + S - C} = 2408.09$

Densidad (SSS), kg/m³ = $\frac{987.5 (S)}{B + S - C} = 2460.05$

Densidad aparente (SH), kg/m³ = $\frac{987.5 (A)}{B + A - C} = 2540.41$

Absorción % = $\frac{(S - A)}{A} \times 100 = 2.16$



Proyecto: *Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión.*

Fiscalizador:

Constructor:

Material: *Arena*

Para Uso: *Hormigón*

Toma de muestra: *Fabrica Huancayo*

Fecha: *15/9/2015* Fecha: *22/10/2015*
Muestreo *Ensayo*

DENSIDAD DE AGREGAGO FINO:

P. Pignometro	<u>418</u>	A = Masa de la muestra seca al horno, gr	<i>4837</i>
P. Pig.+ agua	<u>12076</u>	B = Masa del picnómetro lleno con agua, hasta marca calibración, gr	
P. Pig.+ Agua+ Mues.	<u>15034</u>	C = masa del picnómetro lleno con muestra y agua, gr	
P. Inicio Mues. en S.S.	<u>500</u>	S = Masa de la muestra saturada superficialmente seca, gr	

Calculos

Densidad relativa (gravedad específica) (SH) = $\frac{A}{B + S - C} = 2,42$

Densidad relativa (gravedad específica) (SSS) = $\frac{S}{B + S - C} = 2,45$

Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) = $\frac{A}{B + A - C} = 2,50$

Densidad (SH), kg/m³ = $\frac{987,5 A}{B + S - C} = 2412,15$

Densidad (SSS), kg/m³ = $\frac{987,5 S}{B + S - C} = 2443,18$

Densidad aparente (SH), kg/m³ = $\frac{987,5 A}{B + A - C} = 2489,55$

Absorción % = $\frac{(S - A)}{A} \times 100 = 1,29$



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

Proyecto: *Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión*

Fiscalizador:

Constructor:

Material: *Grava bitarada 3/4" ; Arena*

Para Uso: *Hormigón*

Toma de muestra: *Fabrica Hormigones*

Fecha:

15/9/2019

Fecha: *23/10/2019*

Muestra

Ensayo

PESOS VOLUMETRICO ÁRIDO GRUESO:

P. V. Con. Sin molde	P. V. Su. Sin molde
Peso #1: <i>29390</i>	Peso #1: <i>28270</i>
Peso #2: <i>29610</i>	Peso #2: <i>28380</i>
Peso #3: <i>29400</i>	Peso #3: <i>28220</i>
Pro: <i>29466.7</i>	Pro: <i>28290</i>

Mc = Masa unitaria (peso volumétrico) compactada del árido, kg/m³

Ms = Masa unitaria (peso volumétrico) suelta del árido, kg/m³

Gc = masa unitaria compactada del árido más el molde, kg

Gs = masa unitaria suelta del árido suelta más el molde, kg

T = masa del molde: kg

V = Volumen del molde: m³

Mc = <i>1513.06</i>	gr
Ms = <i>1396.03</i>	gr
Gc = <i>29466.7</i>	gr
Gs = <i>28290</i>	gr
T = <i>12910</i>	g
V = <i>0,00357</i>	m ³

PESOS VOLUMETRICO ARIDO FINO:

P. V. Con. Sin molde	P. V. Su. Sin molde
Peso #1: <i>10542</i>	Peso #1: <i>10369</i>
Peso #2: <i>10609</i>	Peso #2: <i>10363</i>
Peso #3: <i>10583</i>	Peso #3: <i>10371</i>
Pro: <i>10576.7</i>	Pro: <i>10367.7</i>

Mc = Masa unitaria (peso volumétrico) compactada del árido, kg/m³

Ms = Masa unitaria (peso volumétrico) suelta del árido, kg/m³

Gc = masa unitaria compactada del árido más el molde, kg

Gs = masa unitaria suelta del árido suelta más el molde, kg

T = masa del molde: kg

V = Volumen del molde: m³

Mc = <i>1516.16</i>	gr
Ms = <i>1449.31</i>	gr
Gc = <i>10576.7</i>	gr
Gs = <i>10367.7</i>	gr
T = <i>6104</i>	g
V = <i>0,00295</i>	m ³



Proyecto: *Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión*

Fiscalizador:

Constructor:

Material: *Ciara filtrada 3/4"*

Para Uso: *Hormigón*

Toma de muestra: *Fabrica Hormicenter.*

Fecha: *15/9/2018* *Muestra* Fecha: *13/11/2018* *Ensayo*

ENSAYO DE ABRASIÓN

Abertura de los tamices (mm)		Peso del material según el tipo de gradación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
37,5	25		125±25	X		
25	19		125±25			
19	12,5	<i>2500</i>	125±10	125±10		
12,5	9,5	<i>2500</i>	125±10	125±10		
9,5	6,3				125±10	
6,3	4,75				125±10	
4,75	2,36					5000±10
Total		<i>5000</i>	5000±10	5000±11	5000±12	5000±10
A: Peso de la muestra tamizada en el numero 12 (g)					<i>4383</i>	
B: Peso de la muestra según la gradación (g)					<i>5000</i>	

$$ABRACIÓN\% = \frac{B - A}{B} * 100 = 12.14$$

Abertura de los tamices (mm)		Peso del material según el tipo de gradación	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
37,5	25		125±25	X		
25	19		125±25			
19	12,5	<i>2500</i>	125±10	125±10		
12,5	9,5	<i>2500</i>	125±10	125±10		
9,5	6,3				125±10	
6,3	4,75				125±10	
4,75	2,36					5000±10
Total		<i>5000</i>	5000±10	5000±11	5000±12	5000±10
A: Peso de la muestra tamizada en el numero 12 (g)					<i>4378</i>	
B: Peso de la muestra según la gradación (g)					<i>5000</i>	

$$ABRACIÓN\% = \frac{B - A}{B} * 100 = 12.44$$



Proyecto: *Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión.*

Fiscalizador:

Constructor:

Material: *arena*

Para Uso: *Hormigón*

Toma de muestra: *Fabrica Hormigones*

Fecha: *15/3/2015* Lugar: *14/11/2015*
Muzia *Cuzco*

DETERMINACIÓN DEL MATERIAL MÁS FINO QUE PASA EL TAMIZ CON ABERTURA DE 75um(N°200).

MUESTRA: *1*

B	Masa seca original. g	<i>500</i>
C	Masa seca de la muestra luego del lavado. g	<i>486.21</i>
A	Porcentaje del material más fino que pasa el tamiz con abertura de 75um (N°200) mediante lavado	<i>2.76</i>

$$A = \frac{B - C}{B} * 100$$

MUESTRA: *2*

B	Masa seca original. g	<i>500</i>
C	Masa seca de la muestra luego del lavado. g	<i>483.01</i>
A	Porcentaje del material más fino que pasa el tamiz con abertura de 75um (N°200) mediante lavado	<i>3.40</i>

$$A = \frac{B - C}{B} * 100$$

MUESTRA: *3*

B	Masa seca original. g	<i>500</i>
C	Masa seca de la muestra luego del lavado. g	<i>484.38</i>
A	Porcentaje del material más fino que pasa el tamiz con abertura de 75um (N°200) mediante lavado	<i>3.12</i>

$$A = \frac{B - C}{B} * 100$$

MUESTRA: *4*

B	Masa seca original. g	<i>500</i>
C	Masa seca de la muestra luego del lavado. g	<i>485.48</i>
A	Porcentaje del material más fino que pasa el tamiz con abertura de 75um (N°200) mediante lavado	<i>2.80</i>

$$A = \frac{B - C}{B} * 100$$

MUESTRA: *5*

B	Masa seca original. g	<i>500</i>
C	Masa seca de la muestra luego del lavado. g	<i>478.65</i>
A	Porcentaje del material más fino que pasa el tamiz con abertura de 75um (N°200) mediante lavado	<i>4.07</i>

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

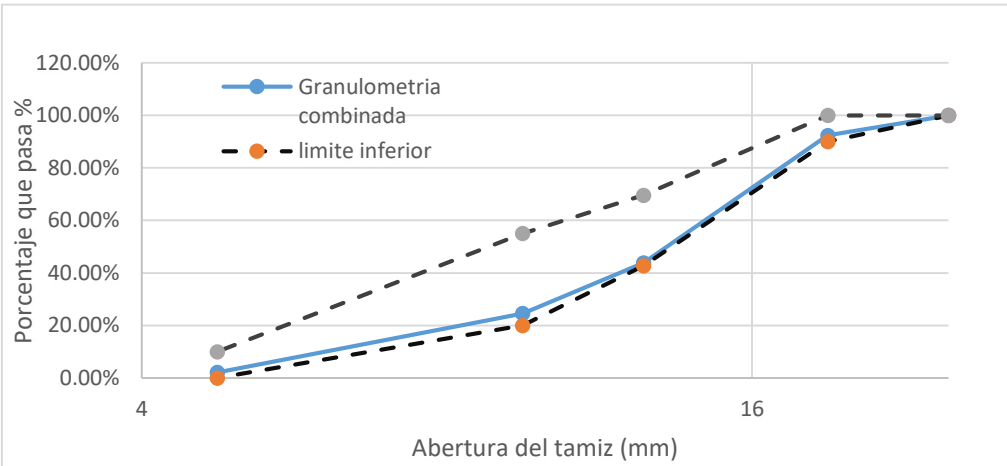


ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ARDIÓ GRUESO
NORMA: NTE INEN 696:2011 NTE INEN 872

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°: 1 fecha de muestra: 15/9/2019
fecha de ensayo: 21/10/2019

#TAMIZ		Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
ISO	ASTM(mm)				
1	25	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
3/4	19	512,00	7,62%	7,62%	92,38%
1/2	12,5	3263,00	48,56%	56,18%	43,82%
3/8	9,5	1296,00	19,29%	75,46%	24,54%
#4	4,75	1505,00	22,40%	97,86%	2,14%
Fondo		143,51	2,14%	99,99%	0,01%
TOTAL		6719,51			
Peso inicial muestra		6720,00			
% error		0,01%			



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

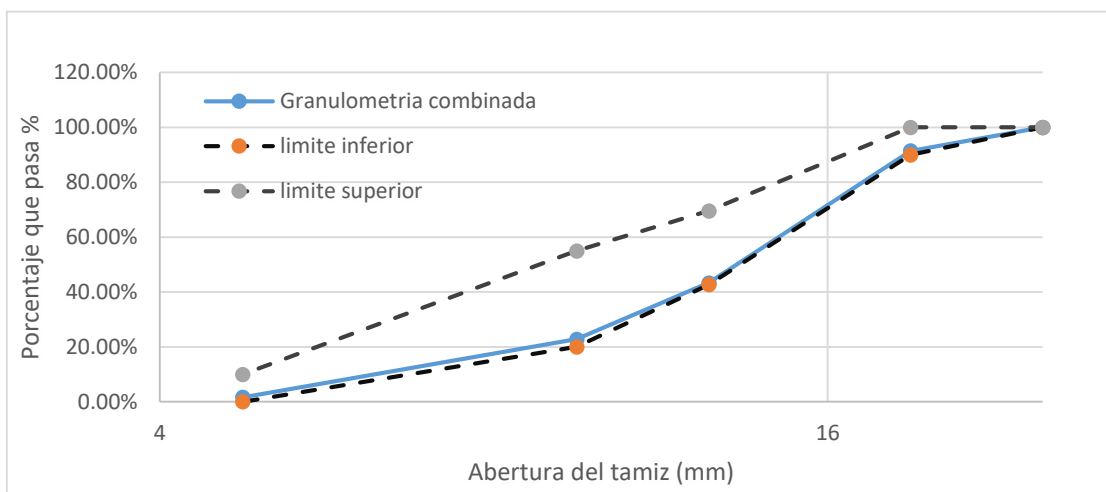


ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ARDIÓ GRUESO
NORMA: NTE INEN 696:2011 NTE INEN 872

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°: 2 fecha de muestra: 15/9/2019
fecha de ensayo: 21/10/2019

#TAMIZ		Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
ISO	ASTM(mm)				
1	25	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
3/4	19	682,00	8,52%	8,52%	91,48%
1/2	12,5	3852,00	48,13%	56,65%	43,35%
3/8	9,5	1641,00	20,19%	77,16%	22,84%
#4	4,75	1696,00	21,19%	98,35%	1,65%
Fondo		129,31	1,62%	99,97%	0,03%
TOTAL		8000,31			
Peso inicial muestra		8003,00			
% error		0,01%			



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

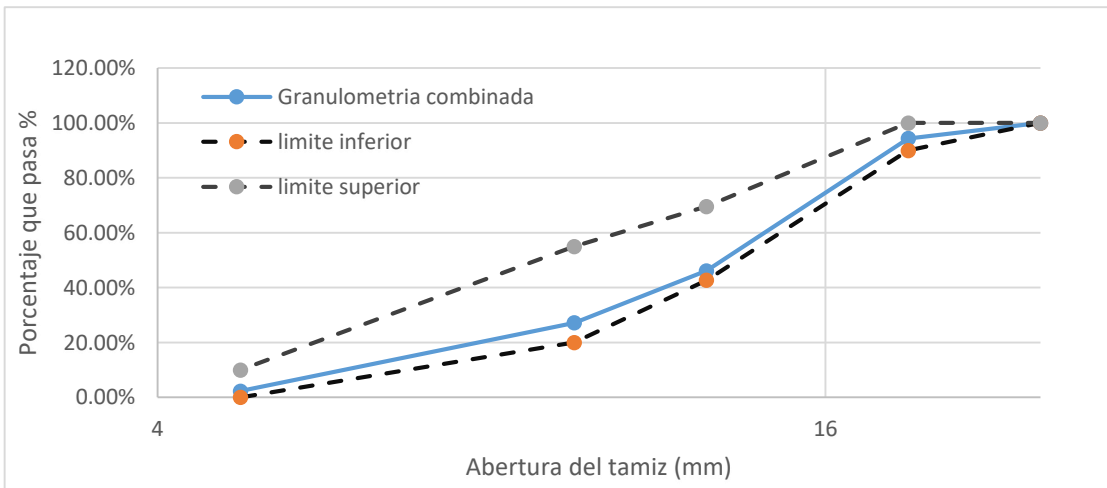


ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ARDIÓ GRUESO
NORMA: NTE INEN 696:2011 NTE INEN 872

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°: 3 fecha de muestra: 15/9/2019
fecha de ensayo: 21/10/2019

#TAMIZ		Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
ISO	ASTM(mm)				
1	25	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
3/4	19	274,00	5,65%	5,65%	94,35%
1/2	12,5	2340,00	48,22%	53,86%	46,14%
3/8	9,5	918,00	18,92%	72,78%	27,22%
#4	4,75	1210,00	24,93%	97,71%	2,29%
Fondo		106	2,18%	99,90%	0,10%
TOTAL		4848			
Peso inicial muestra		4853			
% error		0,10%			



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

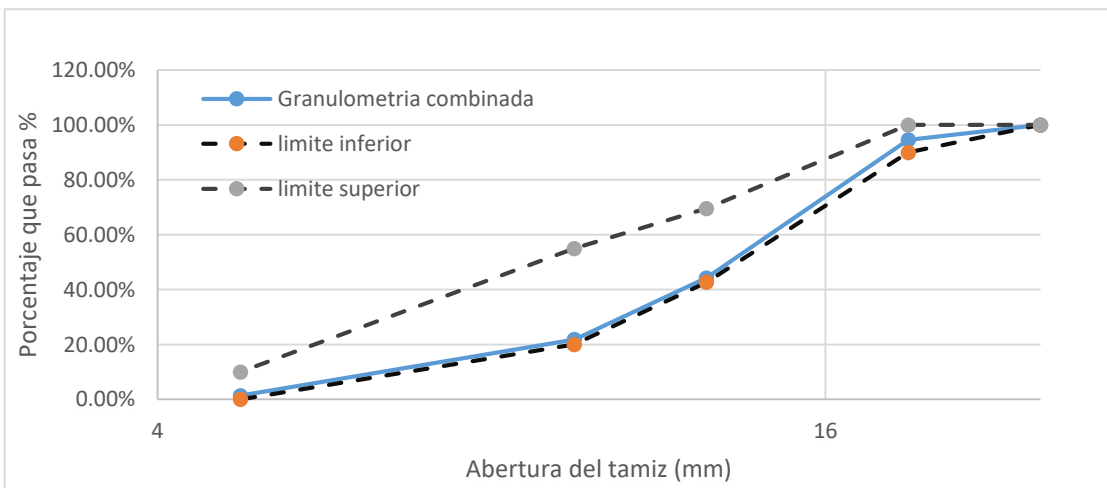


ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ARDIÓ GRUESO
NORMA: NTE INEN 696:2011 NTE INEN 872

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°: 4 fecha de muestra: 15/9/2019
fecha de ensayo: 21/10/2019

#TAMIZ		Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
ISO	ASTM(mm)				
1	25	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
3/4	19	268,00	5,42%	5,42%	94,58%
1/2	12,5	2485,00	50,28%	55,71%	44,29%
3/8	9,5	1110,00	22,46%	78,17%	21,83%
#4	4,75	1011,00	20,46%	98,62%	1,38%
Fondo		68	1,38%	100,00%	0,00%
TOTAL		4942			
Peso inicial muestra		4942			
% error		0,00%			



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

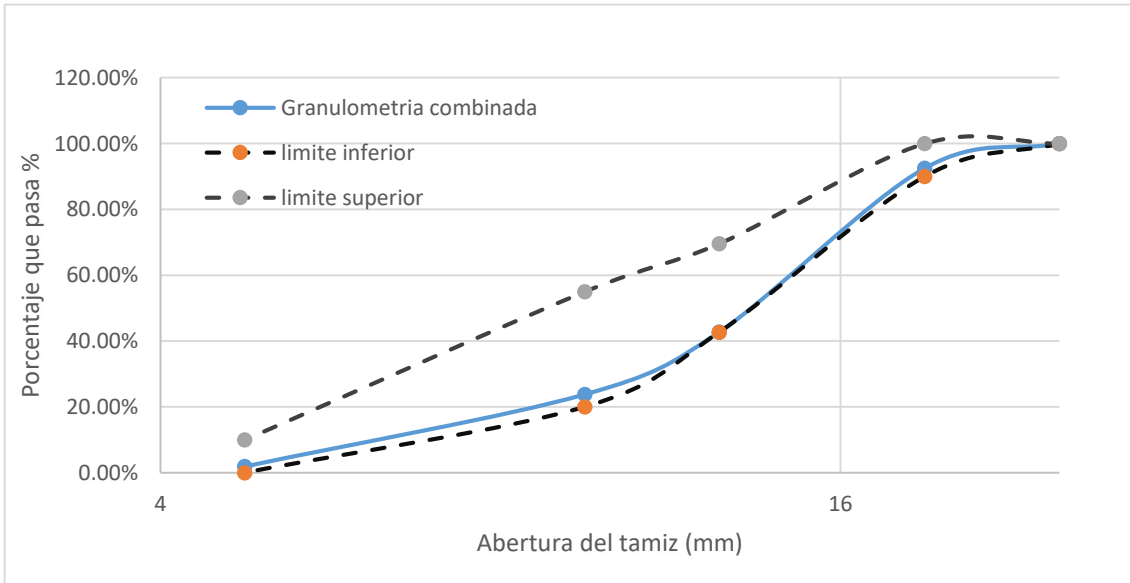


ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ARDIÓ GRUESO
NORMA: NTE INEN 696:2011 NTE INEN 872

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°: 5 fecha de muestra: 15/9/2019
fecha de ensayo: 21/10/2019

#TAMIZ		Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
ISO	ASTM(mm)				
1	25	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
3/4	19	366,00	7,48%	7,48%	92,52%
1/2	12,5	2432,00	49,73%	57,22%	42,78%
3/8	9,5	927,00	18,96%	76,18%	23,82%
#4	4,75	1071,00	21,90%	98,08%	1,92%
Fondo		91,00	1,86%	99,94%	0,06%
TOTAL		4887			
Peso inicial muestra		4890			
% error		0,06%			

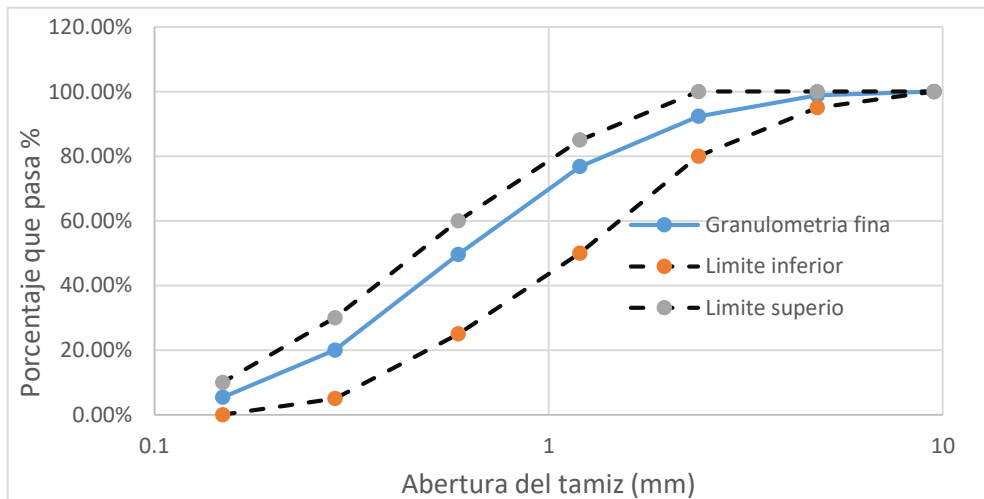


UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ARDIÓ FINO
 NORMA: NTE INEN 696:2011 NTE INEN 872
 PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
 Muestra N°: 1 fecha de muestra: 15/9/2019
 fecha de ensayo: 24/10/2019

#TAMIZ		Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
ISO	ASTM(mm)				
3/8	9,5	0	0,00%	0,00%	100,00%
4	4,8	9,68	1,16%	1,16%	98,84%
8	2,4	54,37	6,50%	7,66%	92,34%
16	1,2	130,28	15,58%	23,23%	76,77%
30	0,59	226,97	27,14%	50,37%	49,63%
50	0,287	247,75	29,61%	79,98%	20,02%
100	0,149	122,52	14,65%	94,62%	5,38%
Fondo		44,40	5,31%	99,93%	0,07%
TOTAL		835,87	Ligeramente Fino		
Peso inicial muestra		836,43			
% de pérdidas		0,07%			
Módulo de Finura		2,57			



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

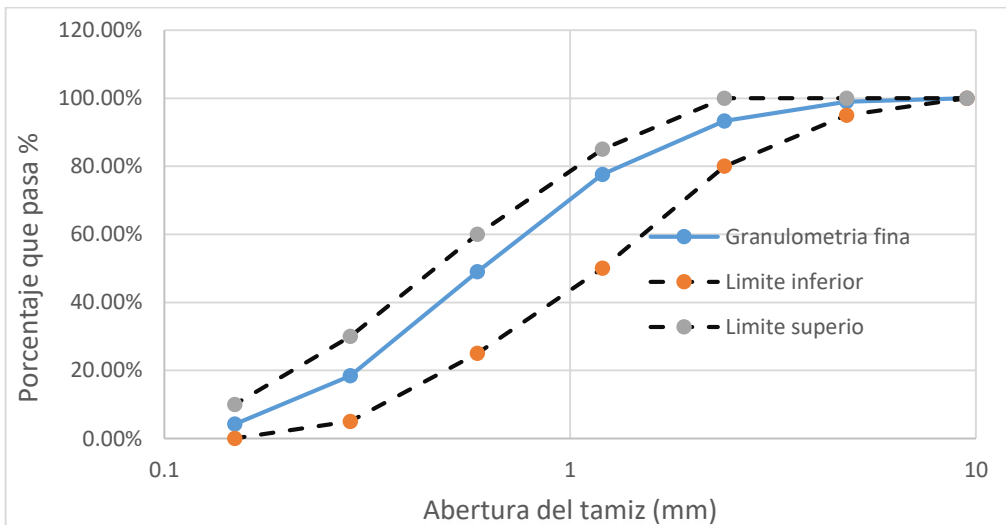


ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ARDIÓ FINO
NORMA: NTE INEN 696:2011 NTE INEN 872

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°: 2 fecha de muestra: 15/9/2019
fecha de ensayo: 24/10/2019

#TAMIZ		Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
ISO	ASTM(mm)				
3/8	9,5	0	0,00%	0,00%	100,00%
4	4,8	6,27	1,00%	1,00%	99,00%
8	2,4	35,58	5,68%	6,69%	93,31%
16	1,2	98,33	15,71%	22,40%	49,00%
30	0,59	179,08	28,61%	51,00%	18,42%
50	0,287	191,37	30,57%	81,58%	4,20%
100	0,149	89,03	14,22%	95,80%	99,00%
Fondo		26,00	4,12%	99,96%	0,04%
TOTAL		625,66	Ligeramente Fino		
Peso inicial muestra		625,94			
% de pérdidas		0,04%			
Módulo de Finura		2,58			



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

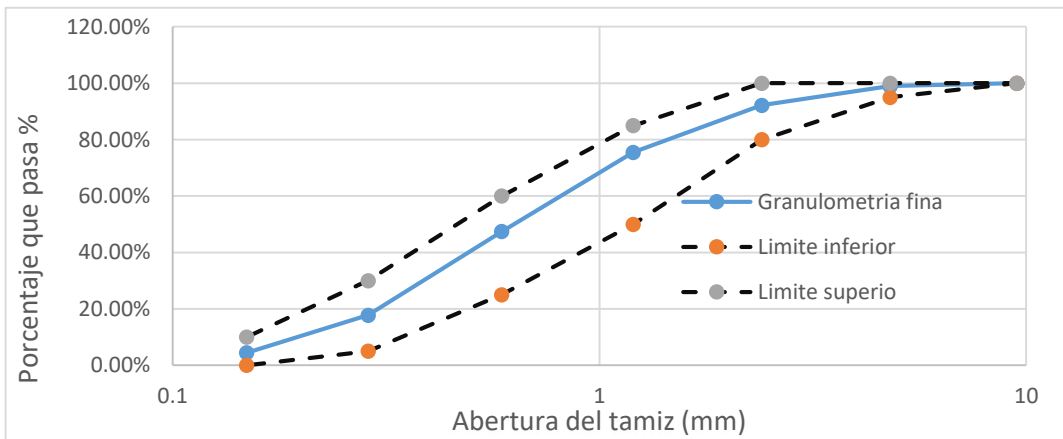


ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ARDIÓ FINO
NORMA: NTE INEN 696:2011 NTE INEN 872

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°: 3 fecha de muestra: 15/9/2019
fecha de ensayo: 24/10/2019

#TAMIZ		Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
ISO	ASTM(mm)				
3/8	9,5	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
4	4,8	7,77	1,01%	1,01%	98,99%
8	2,4	52,61	6,83%	7,84%	92,16%
16	1,2	128,23	16,66%	24,50%	75,50%
30	0,59	216,26	28,09%	52,60%	47,40%
50	0,287	228,03	29,62%	82,22%	17,78%
100	0,149	102,80	13,35%	95,58%	4,42%
Fondo		33,94	4,41%	99,98%	0,02%
TOTAL		769,64	Ligeramente Fino		
Peso inicial muestra		769,76			
% de pérdidas		0,02%			
Módulo de Finura		2,58			



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

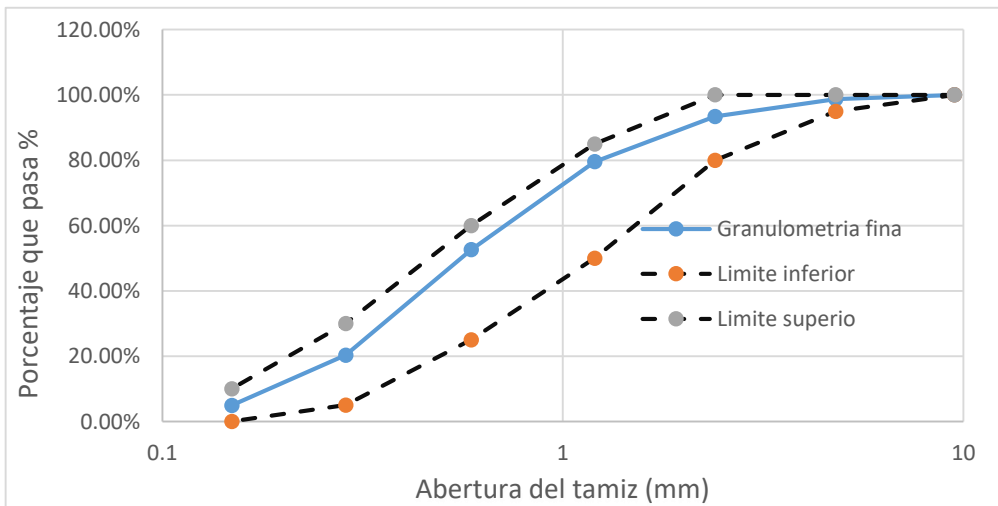


ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ARDIÓ FINO
NORMA: NTE INEN 696:2011 NTE INEN 872

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°: 4 fecha de muestra: 15/9/2019
fecha de ensayo: 24/10/2019

#TAMIZ		Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
ISO	ASTM(mm)				
3/8	9,5	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
4	4,8	9,75	1,26%	1,26%	98,74%
8	2,4	41,45	5,35%	6,61%	93,39%
16	1,2	107,00	13,82%	20,44%	79,56%
30	0,59	208,95	26,99%	47,43%	52,57%
50	0,287	249,89	32,28%	79,71%	20,29%
100	0,149	119,09	15,38%	95,10%	4,90%
Fondo		37,03	4,78%	99,88%	0,12%
TOTAL		773,16	Ligeramente Fino		
Peso inicial muestra		774,08			
% de pérdidas		0,12%			
Módulo de Finura		2,51			



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE AZOGUES
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

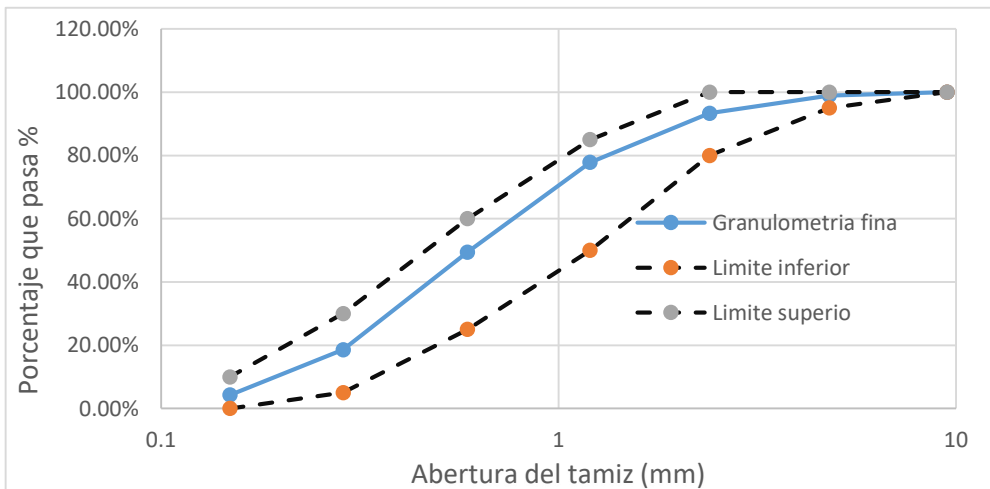


ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ARDIÓ FINO
 NORMA: NTE INEN 696:2011 NTE INEN 872

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°: 5 fecha de muestra: 15/9/2019
 fecha de ensayo: 24/10/2019

#TAMIZ		Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
ISO	ASTM(mm)				
3/8	9,5	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
4	4,8	7,94	1,05%	1,05%	98,95%
8	2,4	42,26	5,59%	6,64%	93,36%
16	1,2	117,50	15,54%	22,17%	77,83%
30	0,59	214,60	28,37%	50,55%	49,45%
50	0,287	233,41	30,86%	81,41%	18,59%
100	0,149	108,21	14,31%	95,71%	4,29%
Fondo		32,42	4,29%	100,00%	0,00%
TOTAL		756,34	Ligeramente Fino		
Peso inicial muestra		757,34			
% de pérdidas		0,13%			
Módulo de Finura		2,51			



Anexo N°2

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN FORMATO DE ROTURA DE CILINDROS DE HORMIGÓN NTE INE 1573-ASTM C39

Proyecto: *Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su relación a la compresión*

Constructor:

Para Uso:

Toma de muestra: *Relación A/c = 0.4*

Fecha: *23/1/2020*

# MUE.	Días	Peso (gr)	D.1 mm	D.2 mm	AL.1 mm	AL.2 mm	Carga Kg	F.R.RE.QU E. $\frac{kg/cm^2}{cm^2}$	Identificación Tallas
A-1	28	3926	103	103	203	203	34862.11	418.39	Tipo 2
A-2	28	3854	103	102	204	203	32371.60	388.58	Tipo 5
A-3	28	3857	103	103	202	203	34313.70	416.84	Tipo 2
A-4	28	3903	103	103	203	202	32589.30	394.94	Tipo 2
A-5	28	3818	102	103	200	200	32864.50	394.42	Tipo 2
A-6	28	3815	101	102	200	200	33520.70	414.27	Tipo 2
A-7	28	3855	102	103	200	200	36157.00	438.18	Tipo 2
A-8	28	3902	102	102	203	203	34203.50	418.58	Tipo 2
A-9	28	3836	103	102	203	203	34926.30	423.26	Tipo 2
A-10	28	3891	102	102	203	203	33588.50	411.05	Tipo 5
A-11	28	3872	103	103	203	202	33041.40	396.58	Tipo 5
A-12	28	3872	102	102	203	203	33605.80	411.26	Tipo 2
A-13	28	3824	102	103	204	204	32883.50	398.51	Tipo 2
A-14	28	3858	102	102	203	204	32734.70	400.60	Tipo 2
A-15	28	3837	103	102	203	202	32840.60	397.99	Tipo 2
A-16	28	3819	104	105	200	200	22853.5	266.46	Tipo 2
A-17	28	3817	103	104	203	203	34861.10	414.35	Tipo 2
A-18	28	3934	103	103	200	200	32259.60	387.64	Tipo 2
A-19	28	3861	103	104	200	200	33090.30	393.31	Tipo 2
A-20	28	3872	102	103	203	204	33433.00	401.24	Tipo 2
A-									
A-21	28	3845	102	102	204	205	34269.50	419.39	Tipo 2
A-22	28	3990	103	102	206	206	34539.66	418.58	Tipo 2
A-23	28	3881	101	103	204	203	34188.45	418.40	Tipo 2
A-24	28	3861	102	103	203	202	34523.46	418.39	Tipo 2
A-25	28	3857	103	102	204	204	34518.18	414.28	Tipo 5
A-26	28	3902	103	103	203	203	33277.14	408.56	Tipo 2
A-27	28	3815	102	103	203	203	34157.00	414.43	Tipo 2
A-28	28	3827	101	102	203	203	33381.37	411.82	Tipo 2
A-29	28	3885	103	101	203	203	35588.50	411.27	Tipo 2
A-30	28	3891	101	102	201	202	33058.30	411.06	Tipo 2



ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN FORMATO DE ROTURA DE CILINDROS DE HORMIGÓN NTE INE 1573-ASTM C39

Proyecto: *Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión*

Constructor:

Para Uso:

Toma de muestra: *Relación A/C = 0.5*

Fecha: *27/1/2020*

# MUE.	Días	Peso (gr)	D.1 mm	D.2 mm	AL.1 mm	AL.2 mm	Carga Kg	F.R.RE.QU E. <i>Tipos</i>	Identificación <i>Fallas</i>
B-1	28	3883	103	103	205	204	28879.50	346.60	Tipo 2
B-2	28	3520	103	104	204	204	30258.70	360.12	Tipos
B-3	28	3523	102	103	205	203	30564.20	370.40	Tipos
B-4	28	3821	102	102	200	200	29129.10	356.48	Tipos
B-5	28	3865	103	103	203	204	28785.80	333.47	Tipos
B-6	28	3857	104	104	200	200	28238.20	332.41	Tipos
B-7	28	3879	104	103	203	203	31152.20	370.74	Tipos
B-8	28	3880	101	101	203	203	30105.60	375.75	Tipos
B-9	28	3870	104	104	200	200	30378.70	357.61	Tipos
B-10	28	3848	101	101	202	203	25460.00	367.70	Tipos
B-11	28	3860	102	103	204	203	29128.00	353.00	Tipos
B-12	28	3545	102	102	203	203	29507.20	358.93	Tipos
B-13	28	3503	101	102	203	203	30487.50	373.10	Tipos
B-14	28	3863	103	103	203	202	28061.50	353.74	Tipos
B-15	28	3866	102	101	201	201	30512.3	366.19	Tipos
B-16	28	3835	101	101	201	201	28777.13	355.65	Tipos
B-17	28	3874	102	101	205	205	28614.70	357.19	Tipos
B-18	28	3836	101	102	203	203	28432.40	352.13	Tipos
B-19	28	3855	101	102	203	203	29287.70	361.96	Tipos
B-20	28	3888	101	101	201	201	28702.70	358.25	Tipos
B-21	28	3875	10.2	10.2	202	202	29576.56	361.96	Tipos
B-22	28	3502	10.2	103	201	202	28716.05	360.13	Tipos
B-23	28	3812	103	101	202	202	29392.30	358.93	Tipos
B-24	28	3857	103	102	203	203	29661.59	358.25	Tipos
B-25	28	3886	102	103	203	203	29608.71	357.61	Tipos
B-26	28	3871	103	103	203	203	29753.18	357.19	Tipos
B-27	28	3884	103	102	203	203	29416.38	356.48	Tipos
B-28	28	3891	102	101	202	202	28777.30	355.65	Tipos
B-29	28	3893	101	103	204	204	28844.52	353.00	Tipos
B-30	28	3850	102	101	203	202	28452.40	352.13	Tipos



ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN FORMATO DE ROTURA DE CILINDROS DE HORMIGÓN NTE INE 1573-ASTM C39

Proyecto: *Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión.*

Constructor:

Para Uso:

Toma de muestra: *Relación A/C = 0.6*

Fecha: *28/1/2020*

# MUE.	Días	Peso (gr)	D.1 mm	D.2 mm	AL.1 mm	AL.2 mm	Carga Kg	F.R.RE.QU E. kg/cm ²	Identificación Fallas
C-1	28	3785	102	101	200	200	20933.50	258.71	Tipo 2
C-2	28	3835	102	102	202	201	20665.30	252.30	Tipo 2
C-3	28	3886	102	102	204	204	21087.50	260.62	Tipo 2
C-4	28	3815	101	102	203	203	20222.50	249.92	Tipo 2
C-5	28	3813	101	101	203	202	19344.10	198.63	Tipo 2
C-6	28	3826	102	101	203	203	19640.30	245.14	Tipo 2
C-7	28	3751	101	102	202	203	20813.60	257.23	Tipo 5
C-8	28	3818	102	103	200	200	20162.5	244.22	Tipo 5
C-9	28	3877	102	102	203	203	21755.25	266.20	Tipo 2
C-10	28	3818	101	102	203	202	20437.50	252.58	Tipo 2
C-11	28	3886	102	101	204	204	20768.80	256.67	Tipo 2
C-12	28	3853	102	102	202	203	20640.40	252.53	Tipo 2
C-13	28	3847	102	103	203	202	19838.10	240.41	Tipo 2
C-14	28	3530	102	102	204	204	21548.60	263.71	Tipo 2
C-15	28	3846	102	102	204	204	21075.10	257.51	Tipo 2
C-16	28	3845	102	102	203	202	21465.80	262.74	Tipo 2
C-17	28	3815	102	102	203	204	20060.21	245.43	Tipo 2
C-18	28	3835	106	101	204	204	20060.20	245.40	Tipo 2
C-19	28	3851	103	102	204	203	20445.20	256.93	Tipo 2
C-20	28	3840	102	102	200	200	20358.50	249.64	Tipo 5
20									
C-21	28	3785	102	102	204	201	20785.85	254.43	Tipo 2
C-22	28	3835	102	103	202	201	20868.40	252.30	Tipo 2
C-23	28	3871	103	101	203	204	20640.40	252.60	Tipo 5
C-24	28	3856	103	102	204	203	20813.60	252.24	Tipo 5
C-25	28	3804	102	103	204	202	20784.57	251.83	Tipo 5
C-26	28	3881	103	103	203	203	20571.52	251.65	Tipo 5
C-27	28	3876	103	102	204	203	20638.76	250.12	Tipo 2
C-28	28	3851	102	101	202	204	20222.50	249.93	Tipo 2
C-29	28	3893	101	103	201	203	20358.50	249.64	Tipo 2
C-30	28	3840	102	101	201	202	20052.14	247.82	Tipo 2



ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN FORMATO DE ROTURA DE CILINDROS DE HORMIGÓN NTE INE 1573-ASTM C39

Proyecto: *Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión.*

Constructor:

Para Uso:

Toma de muestra: *Relación A/c = 0.7* Fecha: *29/11/2020*

# MUE.	Días	Peso (gr)	D.1 mm	D.2 mm	AL.1 mm	AL.2 mm	Carga Kg	F.R.RE.QU E. Kg/cm^2	Identificación <i>Fallas</i>
D-1	28	3716	10	10.1	20.3	204	14115	177.33	Tipo 2
D-2	28	3827	102	102	202	203	13052.50	153.73	Tipo 2
D-3	28	3858	102	102	203	203	14124.10	172.86	Tipo 2
D-4	28	3785	10.1	10.1	201	202	14561.40	181.75	Tipo 2
D-5	28	3807	100	101	204	204	13972.10	176.13	Tipo 2
D-6	28	3806	101	101	202	202	13287	165.85	Tipo 5
D-7	28	3814	101	102	203	202	14744.41	184.02	Tipo 2
D-8	28	3786	101	101	203	203	13423.31	167.61	Tipo 2
D-9	28	3855	101	102	203	202	14697.20	181.64	Tipo 5
D-10	28	3855	102	102	203	203	13888.70	169.56	Tipo 2
D-11	28	3814	102	102	204	203	13657.61	167.14	Tipo 2
D-12	28	3753	101	101	203	203	13254.70	165.53	Tipo 2
D-13	28	3811	103	103	195	195	12932.50	155.21	Tipo 2
D-14	28	3762	102	101	200	200	13053.70	161.89	Tipo 2
D-15	28	3817	101	102	200	200	12765.10	157.81	Tipo 2
D-16	28	3802	102	102	201	202	12268.50	150.14	Tipo 2
D-17	28	3755	103	103	201	202	13630.30	163.58	Tipo 2
D-18	28	3834	101	101	203	204	13382.50	168.70	Tipo 2
D-19	28	3778	102	103	203	202	13300.60	161.79	Tipo 5
D-20	28	3762	102	101	202	202	11580.10	148.06	Tipo 5
D-21	28	3836	102	102	202	202	14124.11	172.85	Tipo 3
D-22	28	3787	103	101	201	202	13901.42	170.13	Tipo 2
D-23	28	3726	102	102	202	202	13886.70	169.57	Tipo 3
D-24	28	3720	102	103	203	203	13831.84	167.14	Tipo 5
D-25	28	3733	102	102	203	203	13658.60	165.94	Tipo 2
D-26	28	3841	102	102	203	203	13652.56	165.84	Tipo 2
D-27	28	3870	101	103	204	204	13551.43	165.00	Tipo 2
D-28	28	3881	103	102	203	202	13614.56	162.18	Tipo 2
D-29	28	3872	102	101	203	202	13122.65	161.50	Tipo 2
D-30	28	3852	103	102	203	203	13355.05	166.86	Tipo 2



ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN FORMATO DE ROTURA DE CILINDROS DE HORMIGON NTE INE 1573-ASTM C39

Proyecto: *Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión*

Constructor:

Para Uso:

Toma de muestra: *Relación A/C = 0.8* Fecha: *30/1/2020*

# MUE.	Días	Peso (gr)	D.1 mm	D.2 mm	AL.1 mm	AL.2 mm	Carga Kg	F.R.RE.QU E. <i>Kg/cm²</i>	Identificación <i>Fallas.</i>
E-1	28	3804	10.2	10.2	20.3	20.3	10647.70	130.30	Tipo 3
E-2	28	3829	10.3	10.3	20.3	20.4	10255.10	123.60	Tipo 3
E-2	28	3750	10.1	10.2	20.3	20.3	9625.50	118.36	Tipo 3
E-4	28	3810	10.1	10.2	20.3	20.3	9160.28	113.21	Tipo 2
E-5	28	3758	10.1	10.2	20.4	20.3	8457.44	104.52	Tipo 2
E-6	28	3799	10.1	10.2	20.3	20.3	9569.70	123.21	Tipo 3
E-7	28	3830	10.1	10.2	20.3	20.2	10087.30	124.66	Tipo 3
E-8	28	3774	10.2	10.1	20.5	20.4	8846.58	105.33	Tipo 3
E-9	28	3872	10.2	10.2	20.4	20.4	10332.00	126.44	Tipo 2
E-10	28	3802	10.1	10.2	20.3	20.4	10153.50	125.98	Tipo 1
E-11	28	3790	10.1	10.2	20.2	20.3	9808.31	121.21	Tipo 2
E-12	28	3786	10.1	10.2	20.1	20.2	10001.36	123.75	Tipo 2
E-13	28	3837	10.2	10.2	20.3	20.3	11065.70	135.42	Tipo 3
E-14	28	3848	10.1	10.2	20.3	20.3	10813.00	133.63	Tipo 3
E-15	28	3756	10.1	10.2	20.2	20.2	10283.50	127.09	Tipo 3
E-16	28	3782	10.2	10.2	20.2	20.2	9174.64	112.27	Tipo 2
E-17	28	3807	10.2	10.2	20.1	20.1	9271.31	113.46	Tipo 2
E-18	28	3758	10.2	10.2	20.1	20.1	10068.10	123.22	Tipo 3
E-19	28	3782	10.2	10.3	20.2	20.1	8229.72	99.73	Tipo 2
E-20	28	3783	10.2	10.2	20.1	20.2	9661.24	118.23	Tipo 3
E-21	28	3828	10.2	10.2	20.3	20.4	11174.99	136.76	Tipo 2
E-22	28	3756	10.1	10.3	20.3	20.3	10915.79	133.64	Tipo 2
E-23	28	3819	10.2	10.2	20.4	20.3	10647.10	130.31	Tipo 3
E-24	28	3778	10.3	10.2	20.2	20.4	10536.59	127.63	Tipo 3
E-25	28	3838	10.2	10.2	20.1	20.2	10396.58	125.58	Tipo 2
E-26	28	3805	10.3	10.2	20.2	20.2	10384.57	125.85	Tipo 3
E-27	28	3785	10.3	10.1	20.2	20.2	10186.93	124.67	Tipo 2
E-28	28	3801	10.2	10.3	20.2	20.3	10287.04	124.67	Tipo 2
E-29	28	3756	10.1	10.2	20.2	20.1	10001.31	123.60	Tipo 2
E-30	28	3848	10.2	10.3	20.3	20.3	10167.12	123.21	Tipo 2

Anexo N°3

MÓDULO DE ELASTICIDAD ASTM C-469



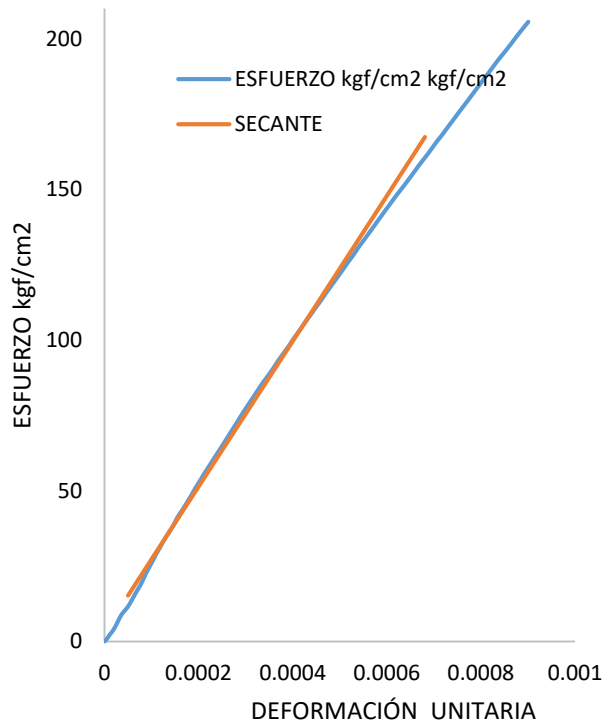
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-1

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00068$$

$$\sigma_{0.00005} = 11.47 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 160.49 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{160.49 - 11.47}{0.00068 - 0.00005} \frac{kg}{cm^2}$$
$$= 236207.98 \frac{kg}{cm^2}$$



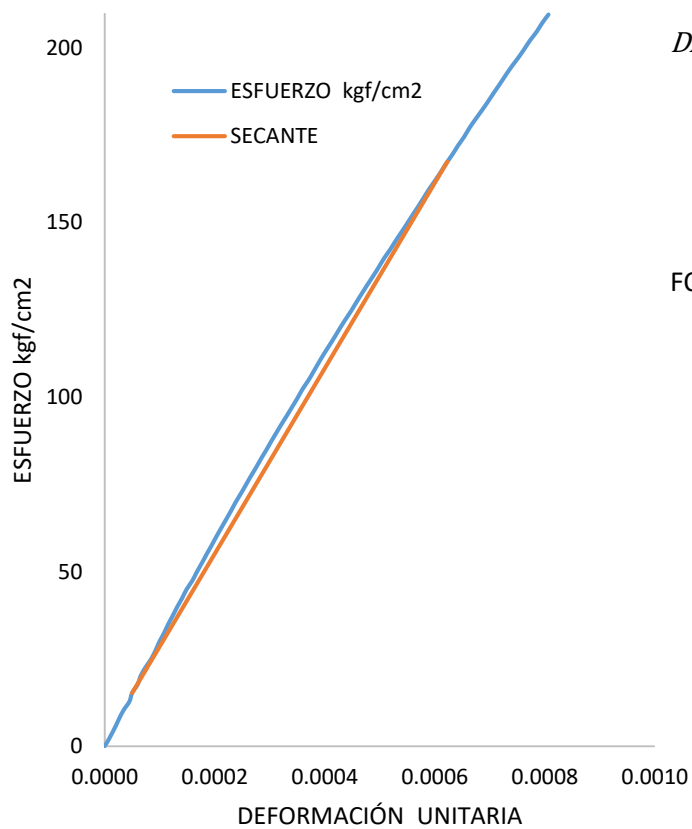
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-2

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00062$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.19 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 167.35 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA :

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{167.3 - 15.19}{0.00062 - 0.00005}$$

$$= 265756,09 \frac{kg}{cm^2}$$



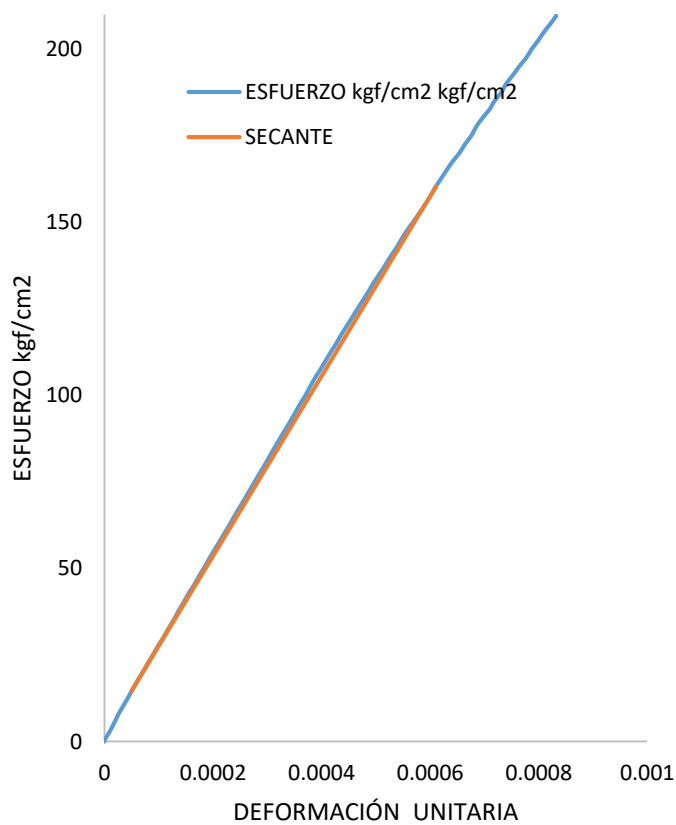
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-3

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00061$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.56 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 160.22 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{160.22 - 14.56}{0.00061 - 0.00005}$$

$$= 259796.43 \frac{kg}{cm^2}$$

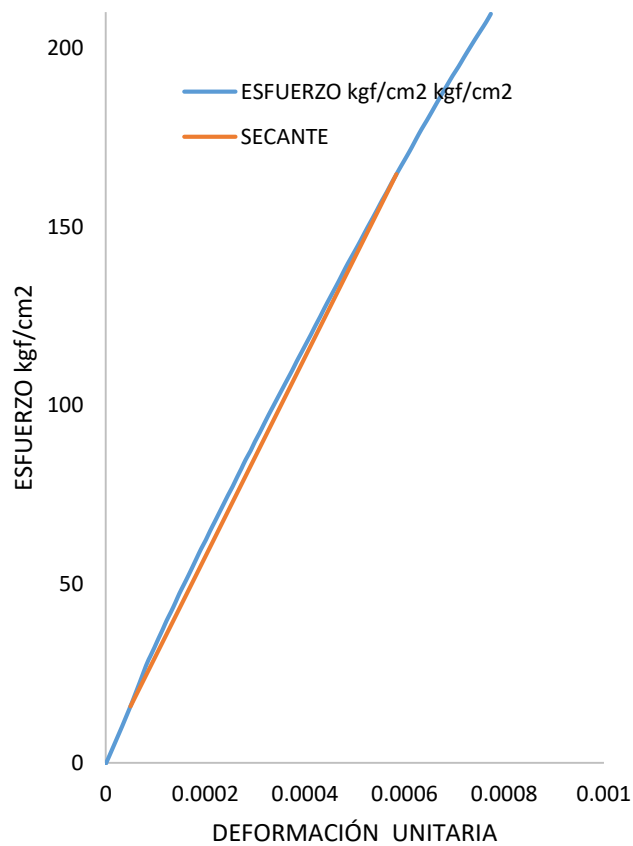
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-4

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00058$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.80 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 164.72 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{164.72 - 15.80}{0.00058 - 0.00005}$$

$$= 279015.47 \frac{kg}{cm^2}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

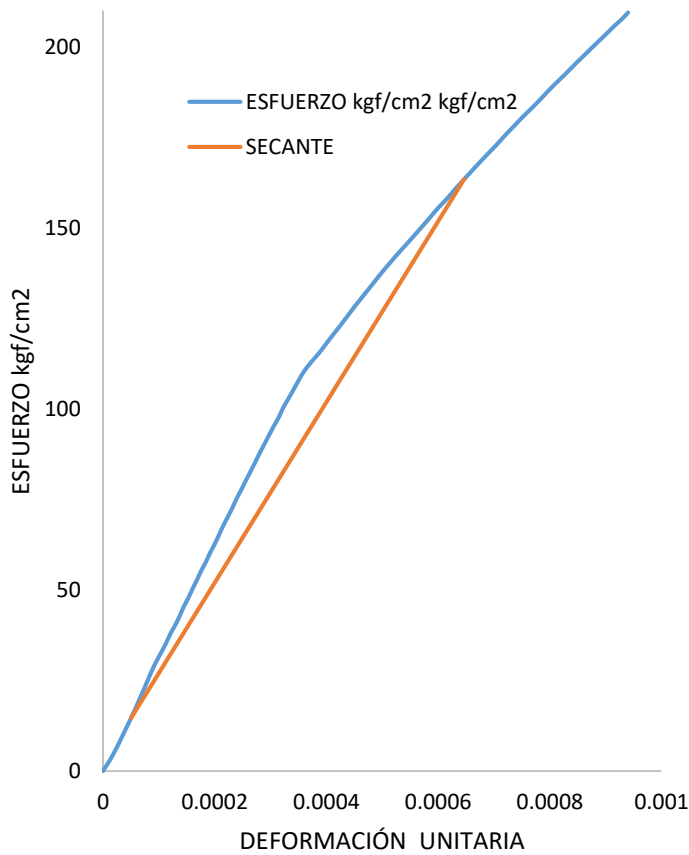
MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA:

ASTM C-469

N# A-5

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN
BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN*DATOS:*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00065$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.63 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 163.42 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{163.42 - 14.63}{0.00062 - 0.00005} \frac{kg}{cm^2}$$

$$= 249356.85 \frac{kg}{cm^2}$$



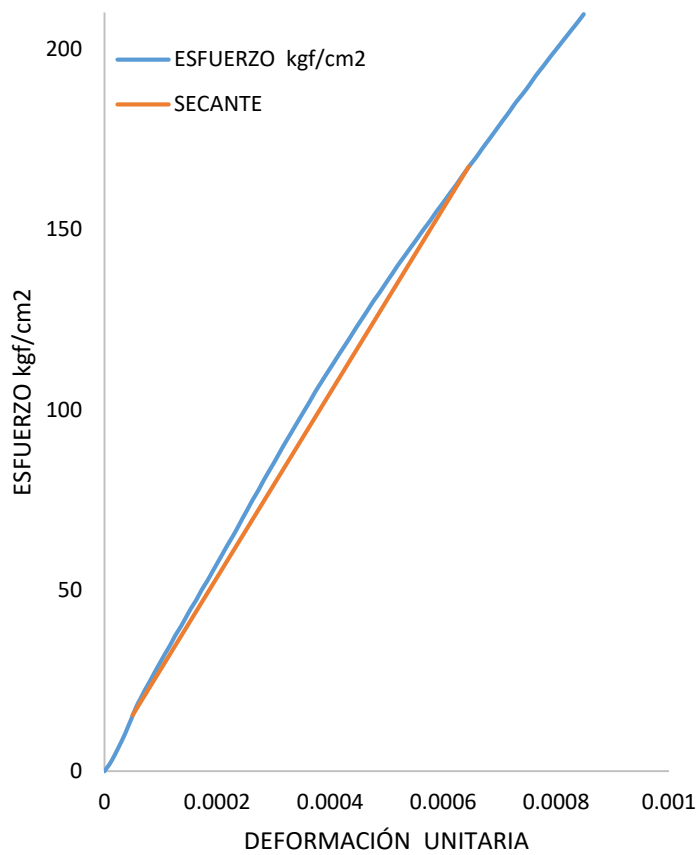
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-6

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS:*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00065$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.43 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 167.35 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{167.51 - 15.43}{0.00065 - 0.00005}$$

$$= 255000.52 \frac{kg}{cm^2}$$



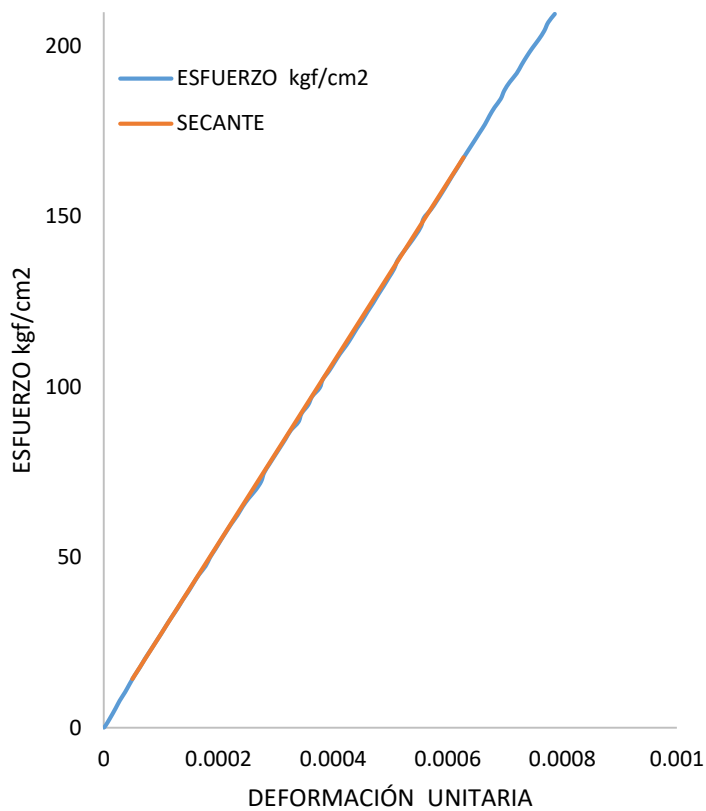
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-7

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS:*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00063$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.29 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 167.35 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{167.35 - 14.29}{0.00063 - 0.00005}$$

$$= 264803.31 \frac{kg}{cm^2}$$



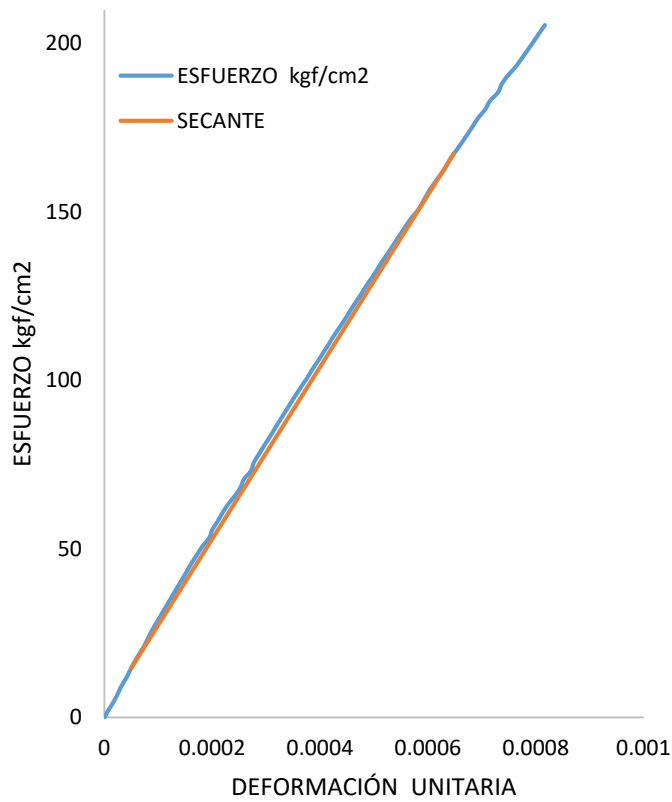
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-8

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00065$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.56 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 167.35 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{167.35 - 14.56}{0.00064 - 0.00005}$$

$$= 255173.27 \frac{kg}{cm^2}$$



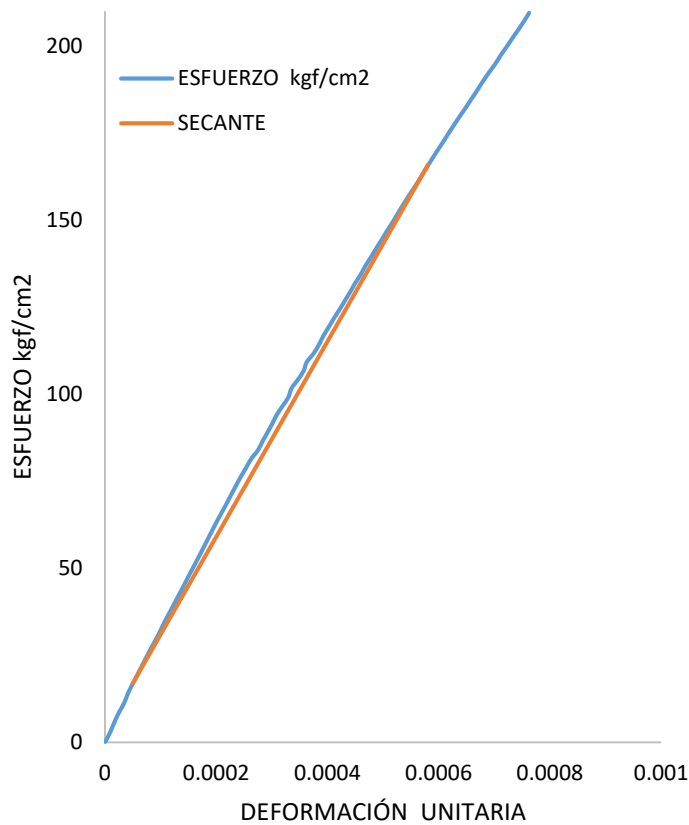
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-9

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS:*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00058$$

$$\sigma_{0.00005} = 16.85 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 165.77 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{165.77 - 16.85}{0.00058 - 0.00005}$$

$$= 280401.07 \frac{kg}{cm^2}$$



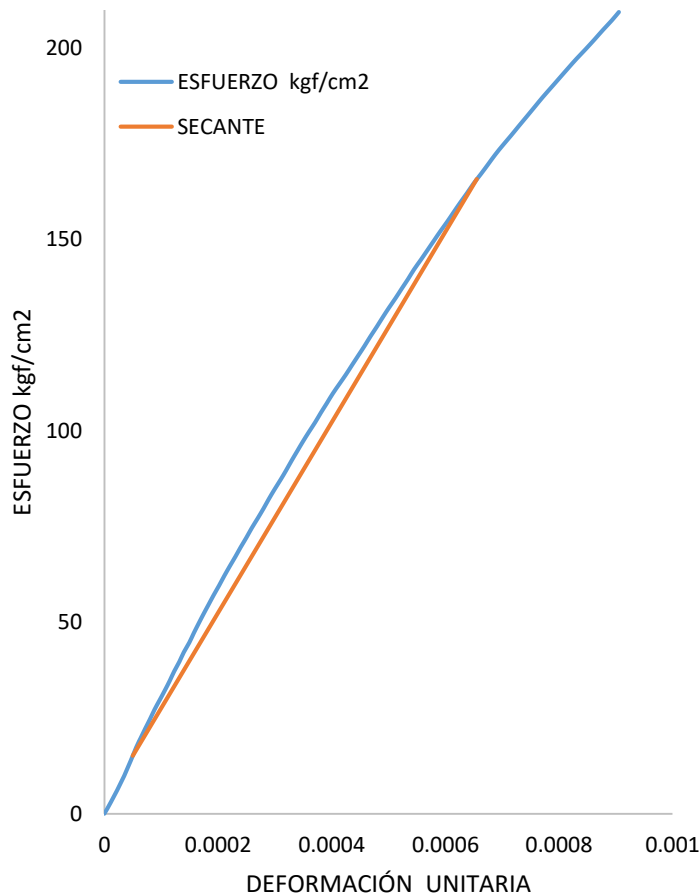
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-10

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00066$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.16 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 165.77 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{165.77 - 15.16}{0.00066 - 0.00005}$$

$$= 248722.28 \frac{kg}{cm^2}$$

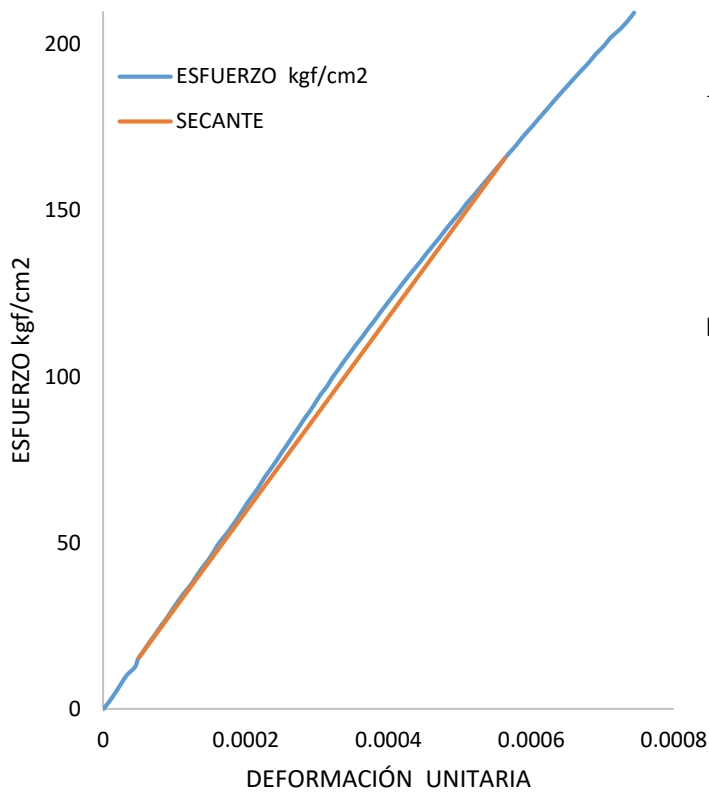
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-11

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS:*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.0056$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.42 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 167.75 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{165.71 - 15.42}{0.00056 - 0.00005}$$

$$= 292924.59 \frac{kg}{cm^2}$$



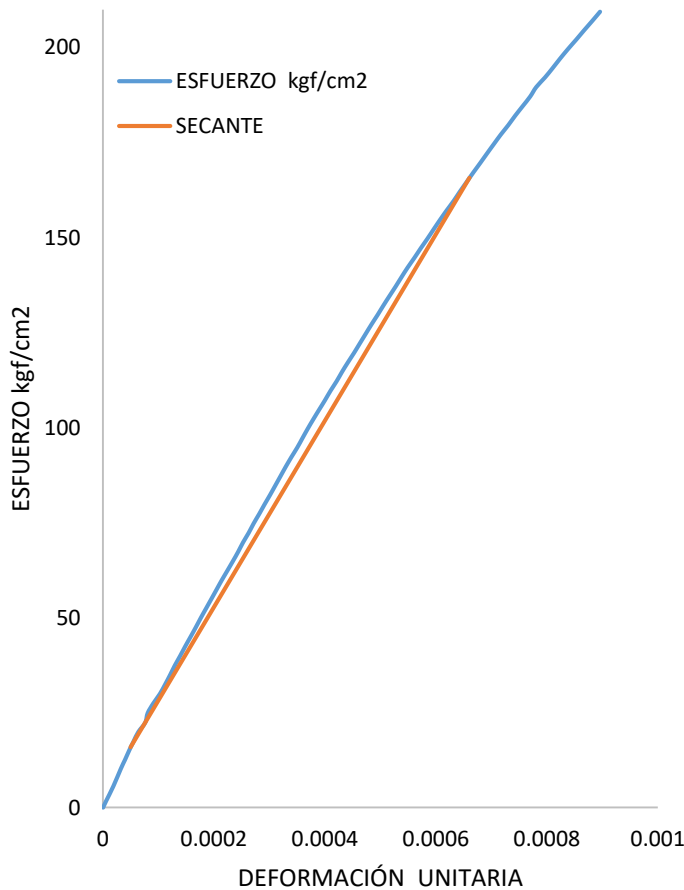
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-12

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00066$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.88 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 165.71 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{165.71 - 15.88}{0.00066 - 0.00005}$$

$$= 24367.36 \frac{kg}{cm^2}$$



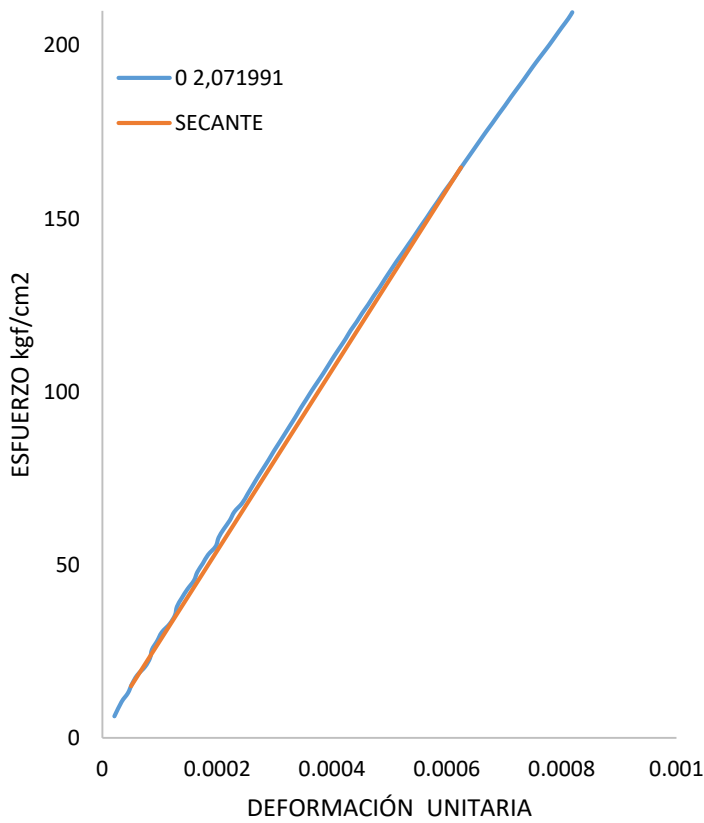
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-13

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00062$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.98 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 164.72 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{164.72 - 14.98}{0.00062 - 0.00005}$$

$$= 260573.87 \frac{kg}{cm^2}$$



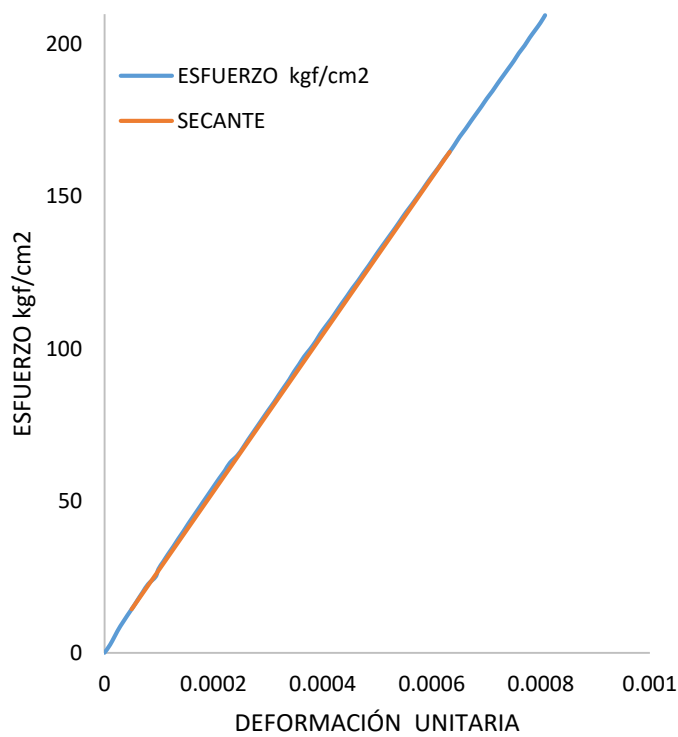
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-14

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00063$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.32 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 164.72 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{164.72 - 14.32}{0.00063 - 0.00005}$$

$$= 257821.66 \frac{kg}{cm^2}$$



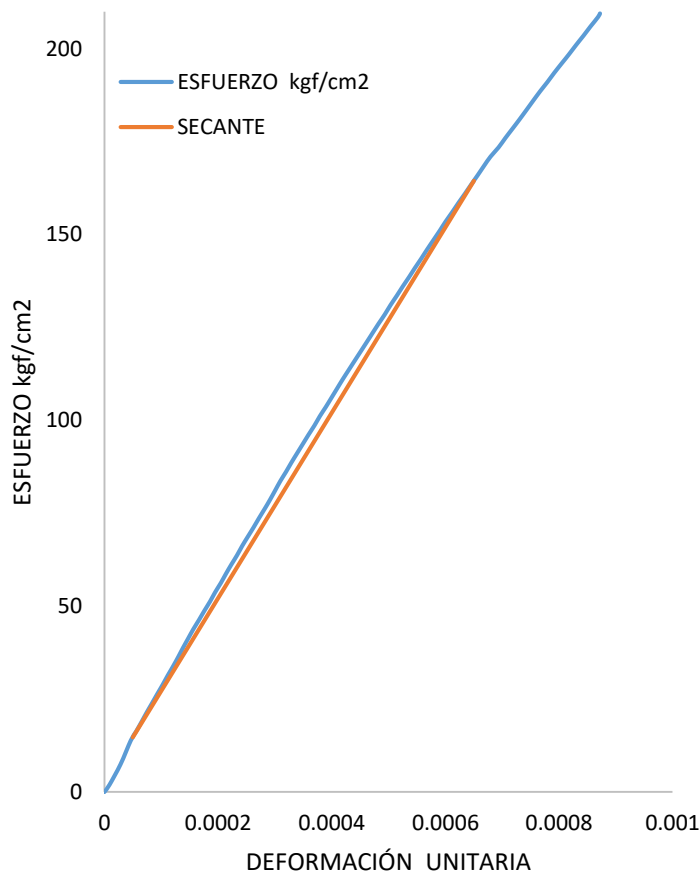
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-15

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00065$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.74 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 164.72 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{164.72 - 14.74}{0.00065 - 0.00005}$$

$$= 249534.97 \frac{kg}{cm^2}$$



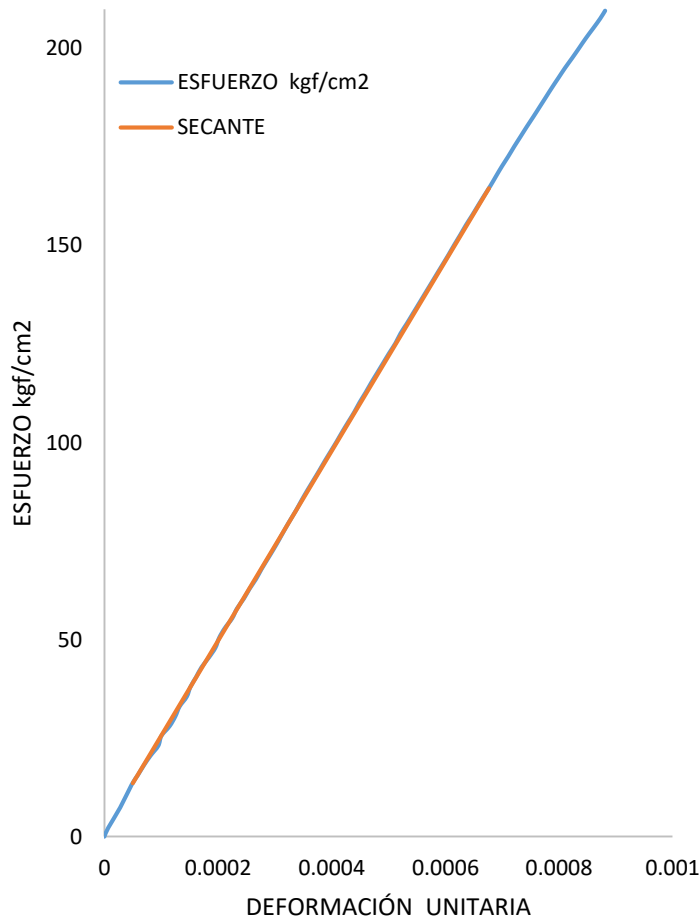
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-16

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00068$$

$$\sigma_{0.00005} = 13.59 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 164.50 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{164.50 - 13.59}{0.00068 - 0.00005}$$

$$= 240873.75 \frac{kg}{cm^2}$$



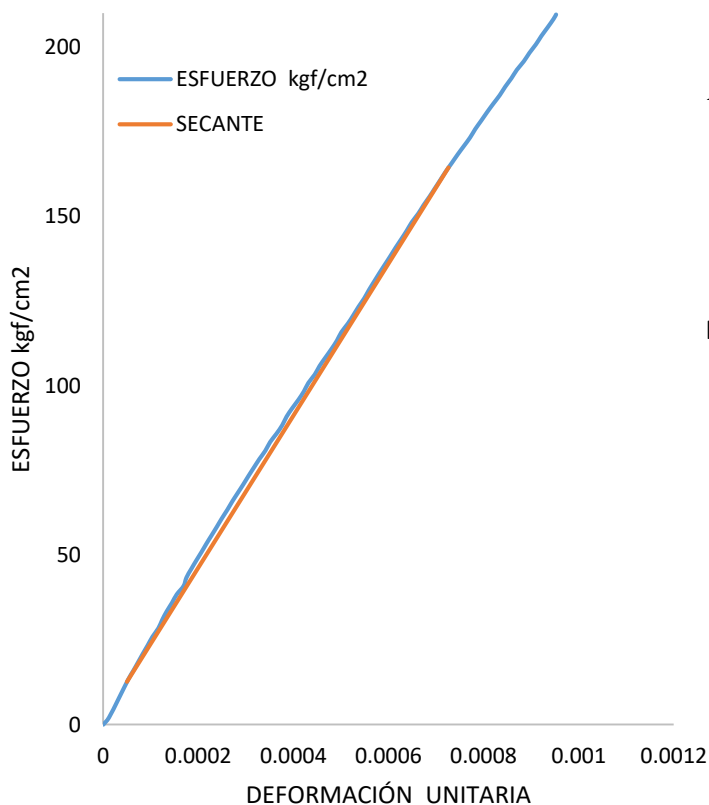
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-17

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00073$$

$$\sigma_{0.00005} = 12.63 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 164.42 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{164.42 - 12.63}{0.00070 - 0.00005}$$
$$= 224386.41 \frac{kg}{cm^2}$$



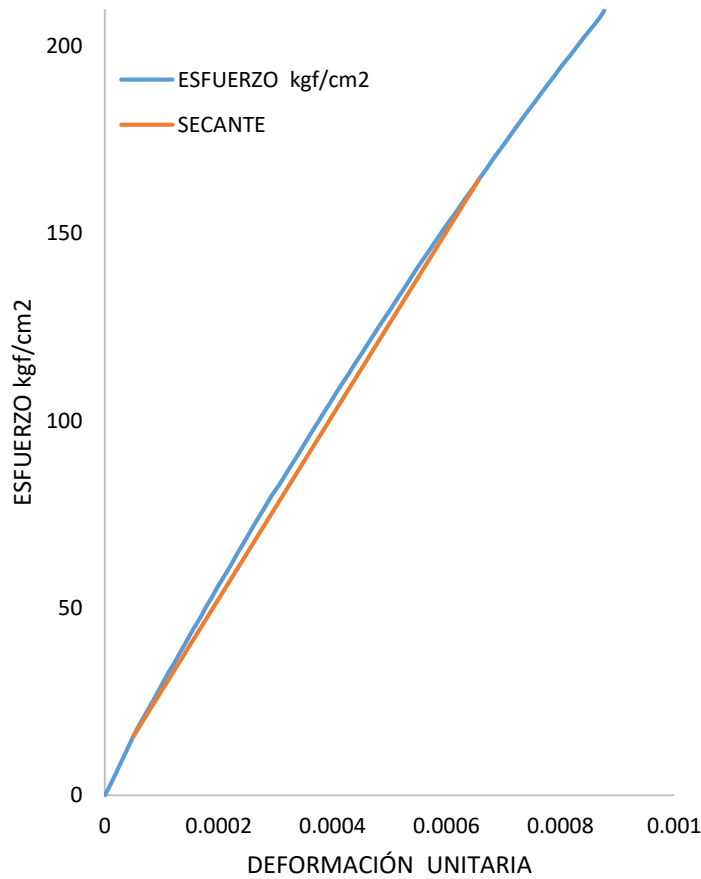
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-18

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00066$$

$$\sigma_{0.00005} = 164.42 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 164.42 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{164.42 - 15.71}{0.00066 - 0.00005}$$

$$= 245110.11 \frac{kg}{cm^2}$$



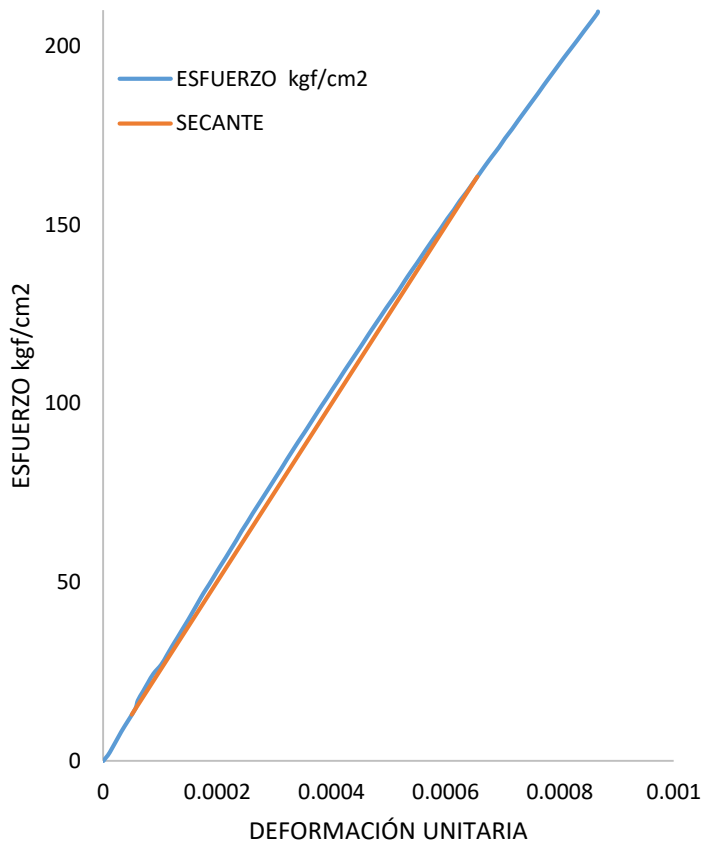
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-19

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00066$$

$$\sigma_{0.00005} = 12.97 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 163.42 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{163.42 - 12.97}{0.00066 - 0.00005} \frac{kg}{cm^2}$$

$$= 248371.69 \frac{kg}{cm^2}$$



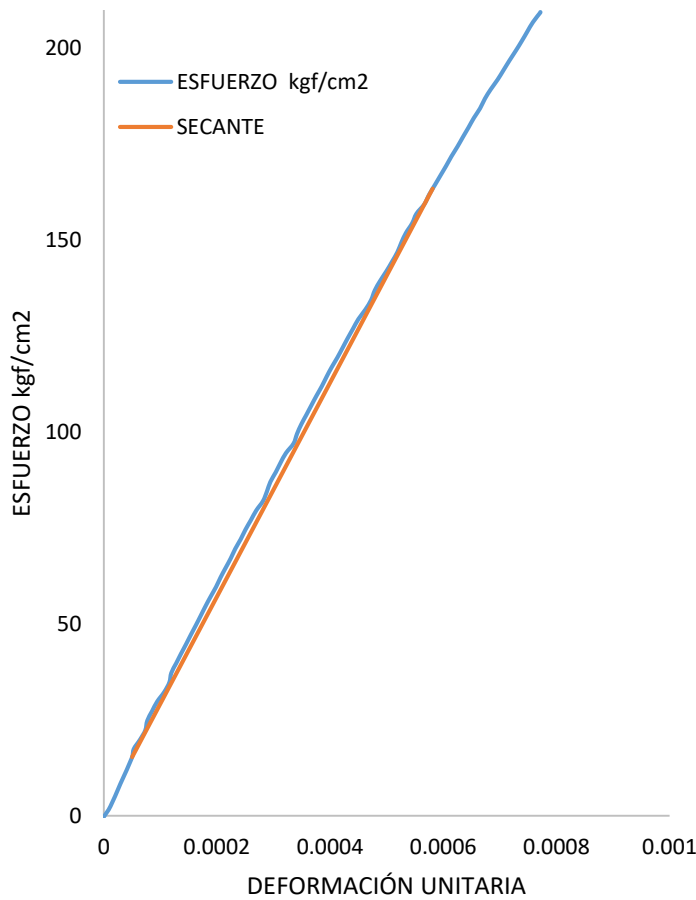
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# A-20

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00058$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.36 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 163.42 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{163.42 - 15.36}{0.00058 - 0.00005}$$

$$= 278751.35 \frac{kg}{cm^2}$$



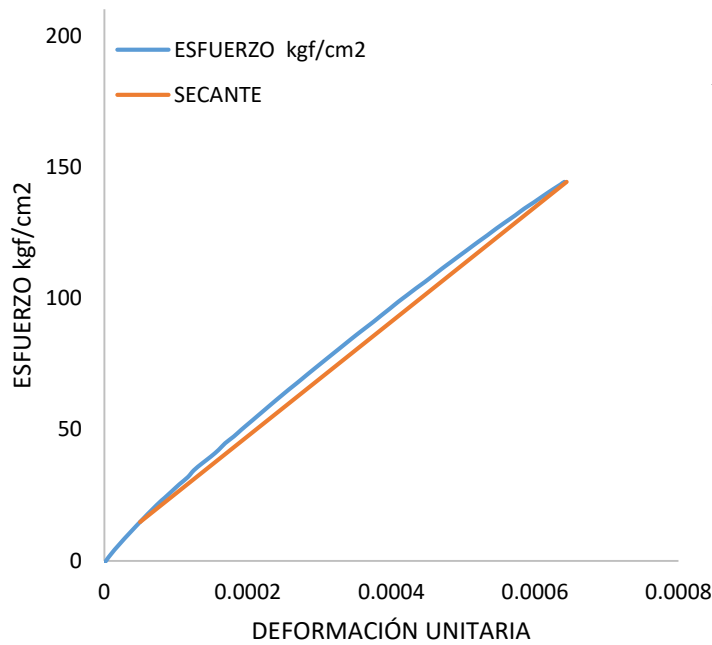
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-1

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00064$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.77 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 144.78 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{144.78 - 14.77}{0.00064 - 0.00005}$$

$$= 217950.86 \frac{kg}{cm^2}$$



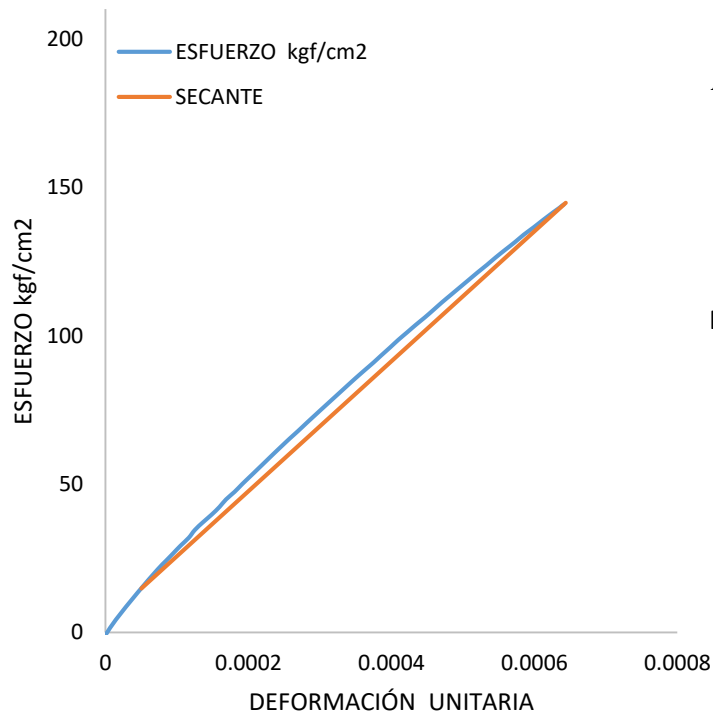
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-2

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00064$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.77 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 144.78 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{144.78 - 14.77}{0.00064 - 0.00005}$$

$$= 218852.44 \frac{kg}{cm^2}$$



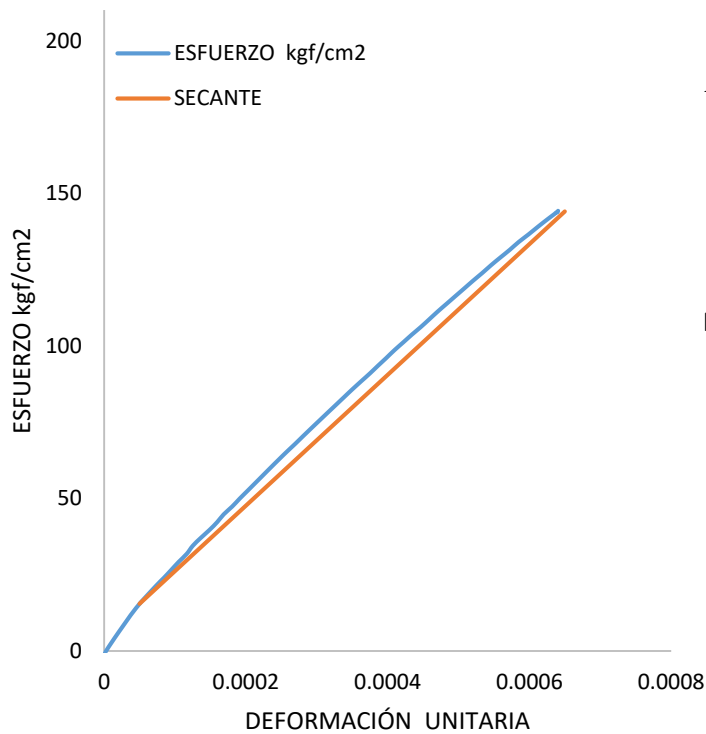
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-3

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS:*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00065$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.38 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 144.05 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{144.05 - 15.38}{0.00065 - 0.00005}$$

$$= 214435.98 \frac{kg}{cm^2}$$

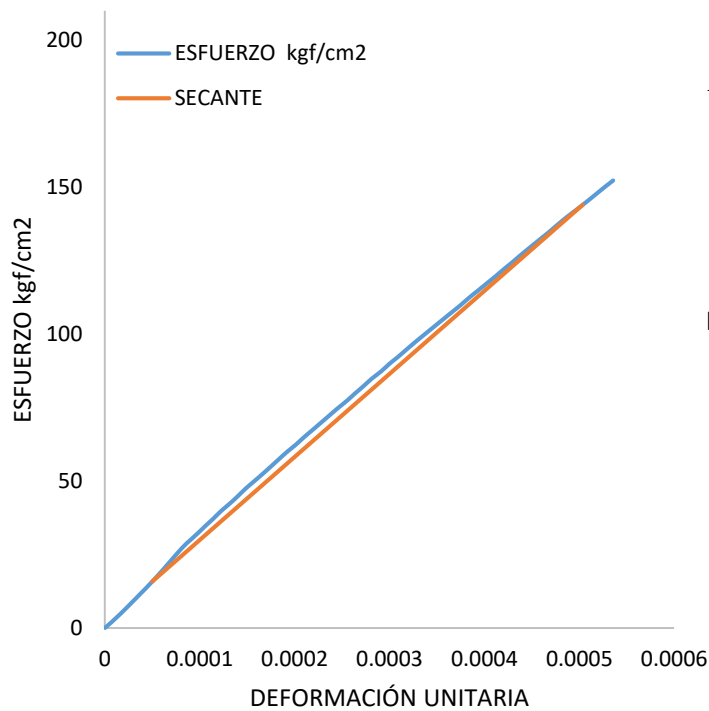
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-4

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00050$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.85 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 144.05 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{144.05 - 15.85}{0.00050 - 0.00005}$$

$$= 282685,14 \frac{kg}{cm^2}$$



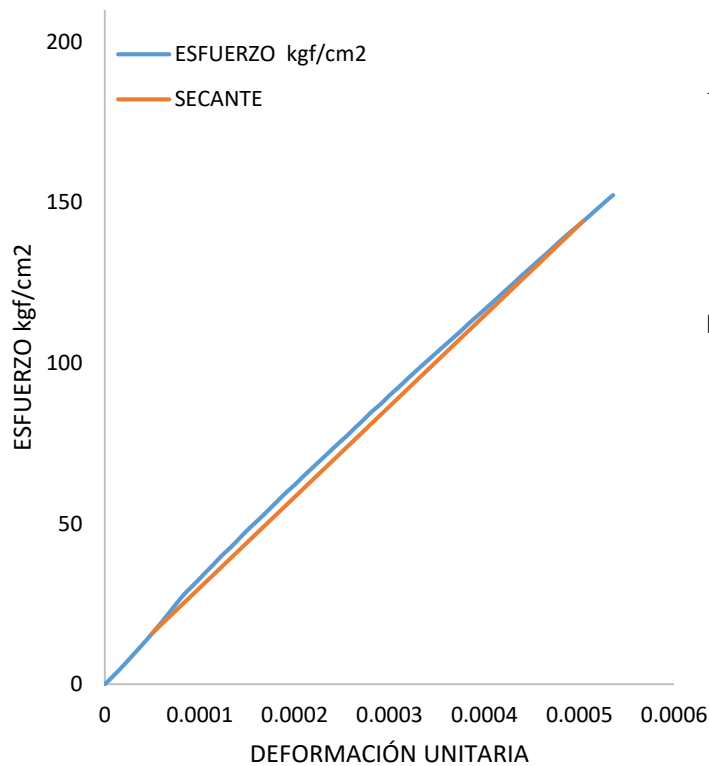
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-5

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS:*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.0063$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.57 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{143.57 - 14,09}{0.00063 - 0.00005}$$

$$= 220503.99 \frac{kg}{cm^2}$$



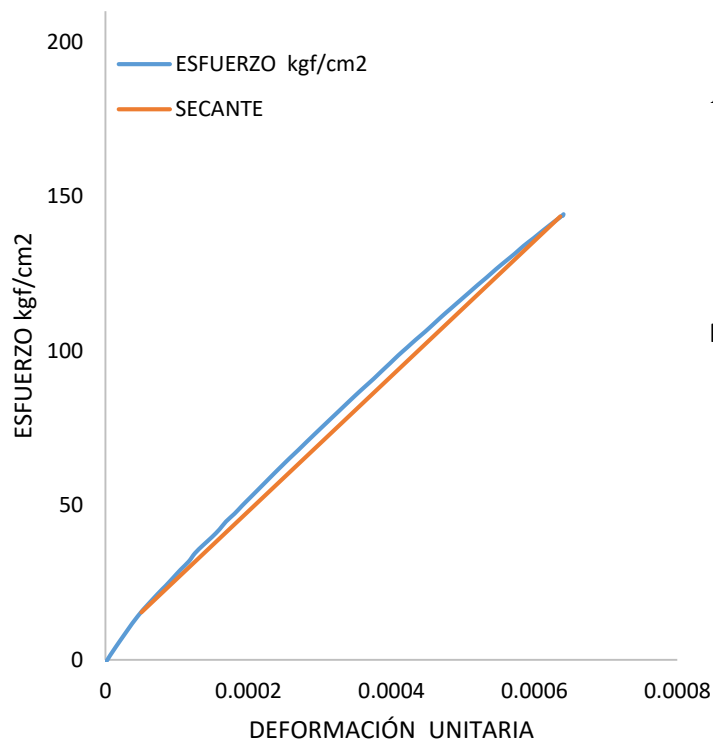
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-6

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS:*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00064$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.28 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.57 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{143.57 - 15.28}{0.00064 - 0.00005}$$

$$= 218707.27 \frac{kg}{cm^2}$$



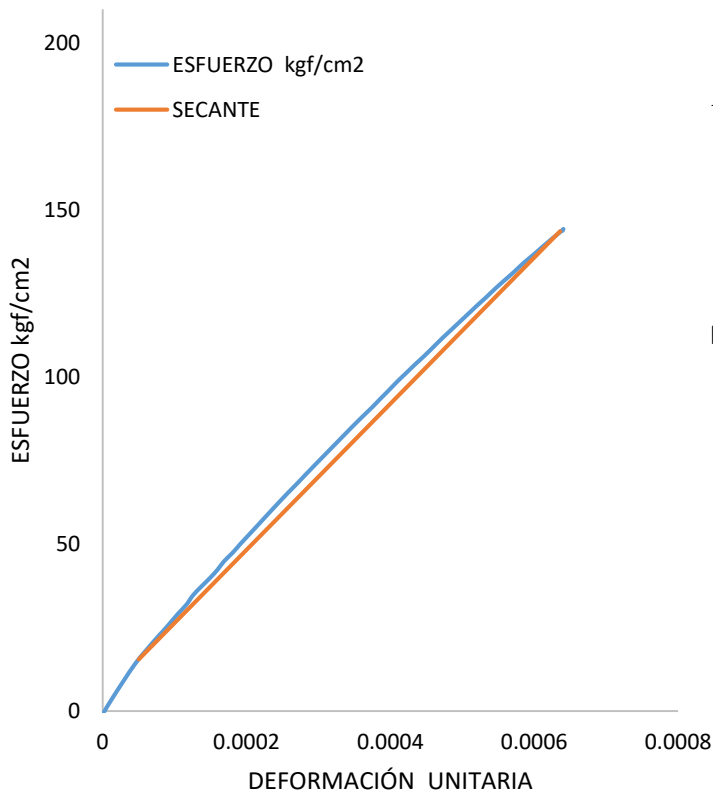
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-7

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00063$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.85 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.30 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{143.30 - 15.85}{0.00063 - 0.00005}$$

$$= 217537.01 \frac{kg}{cm^2}$$



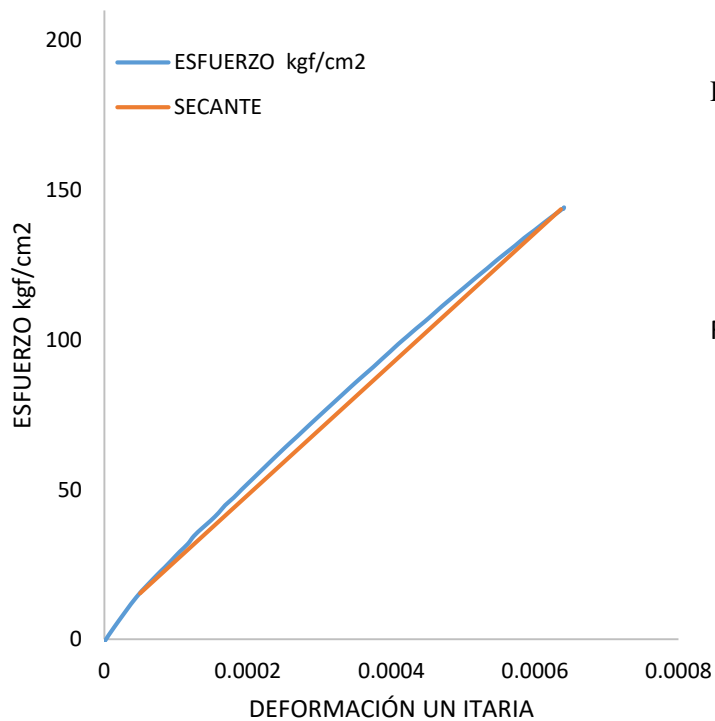
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-8

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS :

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00061$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.30 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{143.30 - 14.09}{0.00061 - 0.00005}$$

$$= 230725.70 \frac{kg}{cm^2}$$



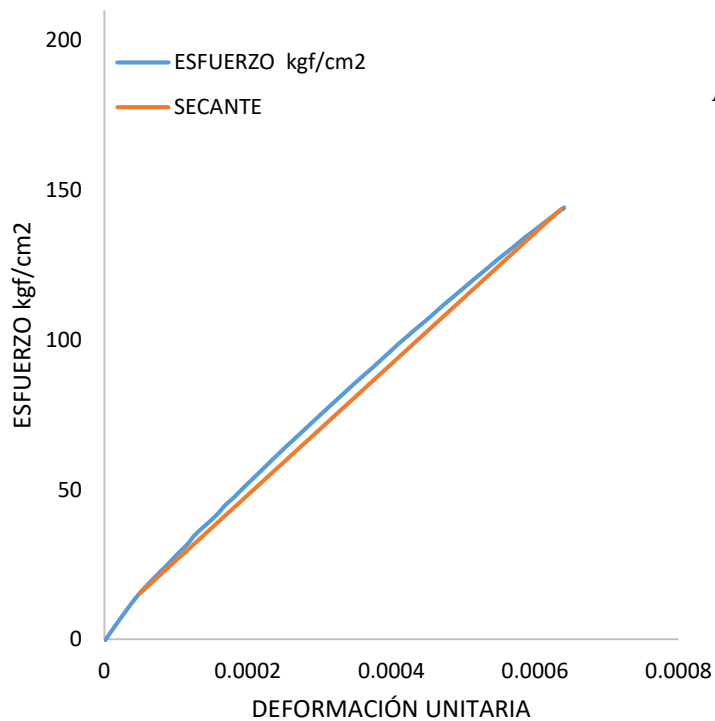
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-9

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS:*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00061$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.30 \frac{kg}{cm^2}$$

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{143.30 - 14.09}{0.00061 - 0.00005}$$

$$= 230725.70 \frac{kg}{cm^2}$$



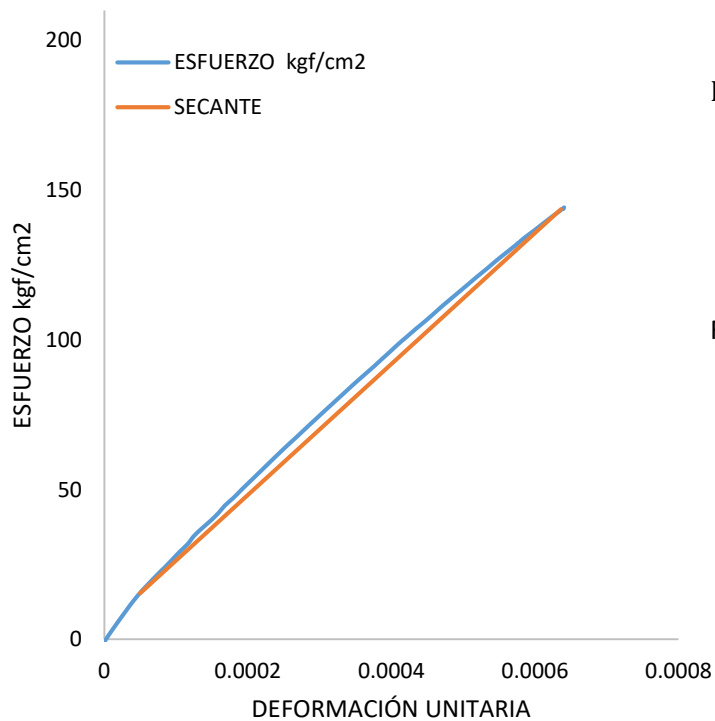
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-10

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00061$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.30 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{143.30 - 14.09}{0.00061 - 0.00005}$$

$$= 230725.70 \frac{kg}{cm^2}$$



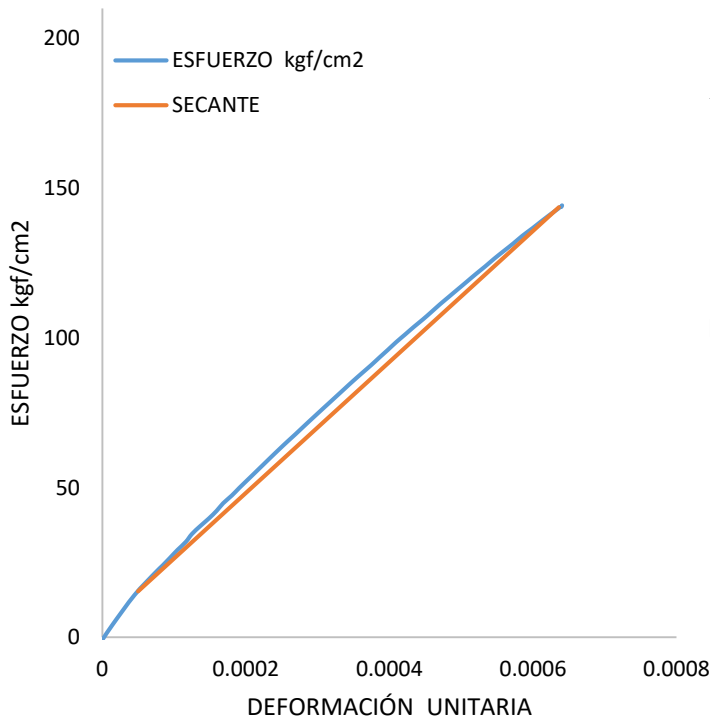
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-11

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00061$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.30 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{143.30 - 14.09}{0.00061 - 0.00005}$$

$$= 230725.70 \frac{kg}{cm^2}$$



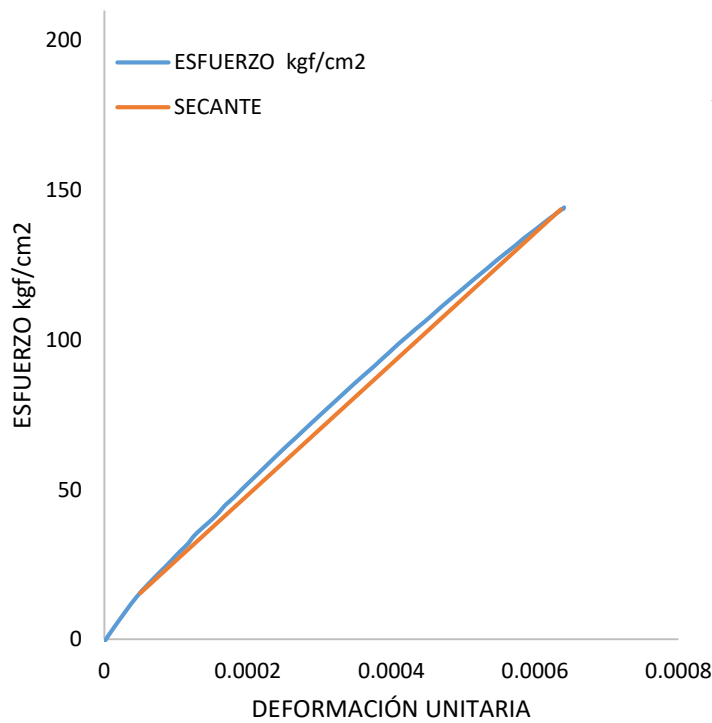
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-12

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00061$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.30 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{143.30 - 14.09}{0.00061 - 0.00005}$$

$$= 230725.70 \frac{kg}{cm^2}$$



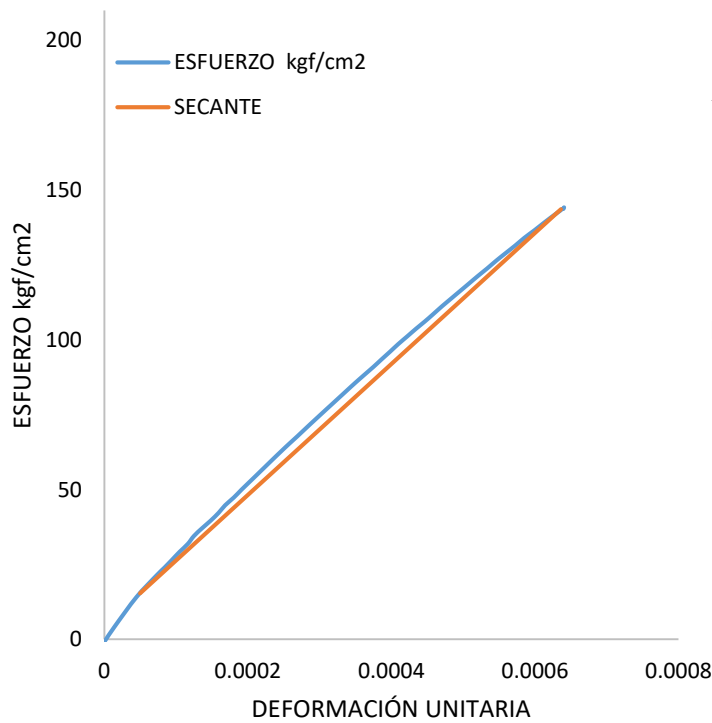
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-13

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00061$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.30 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{143.30 - 14.09}{0.00061 - 0.00005}$$

$$= 230725.70 \frac{kg}{cm^2}$$



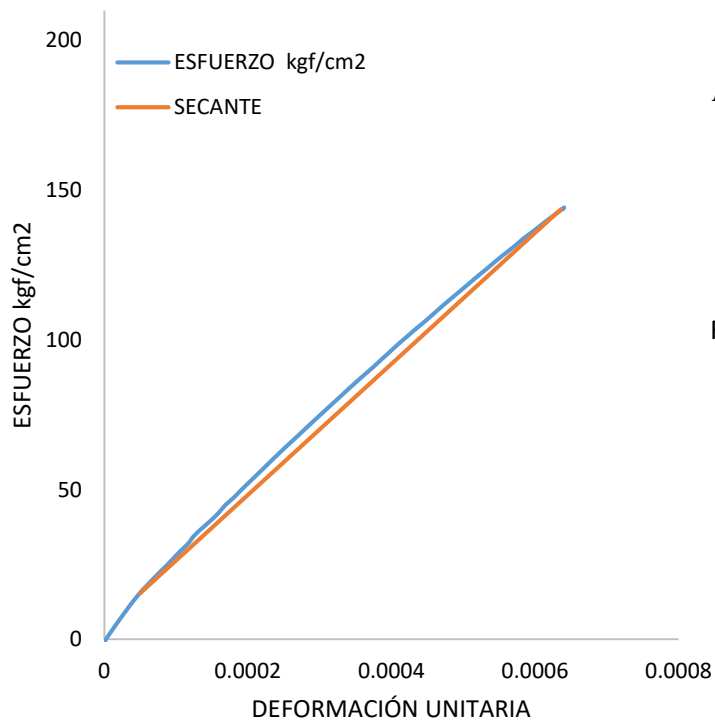
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-14

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS:*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00061$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.30 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{143.30 - 14.09}{0.00061 - 0.00005}$$

$$= 230725.70 \frac{kg}{cm^2}$$

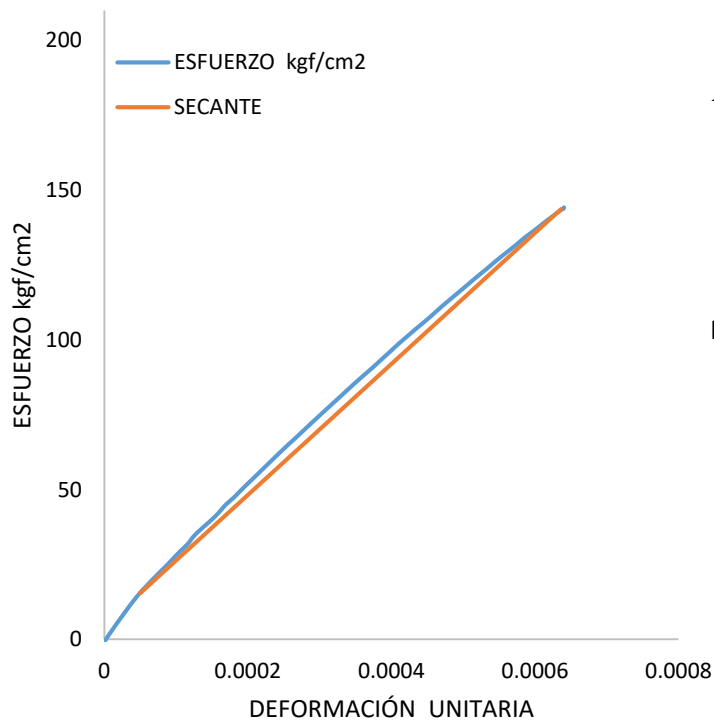
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-15

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS;*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00061$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.30 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{143.30 - 14.09}{0.00061 - 0.00005}$$

$$= 230725.70 \frac{kg}{cm^2}$$



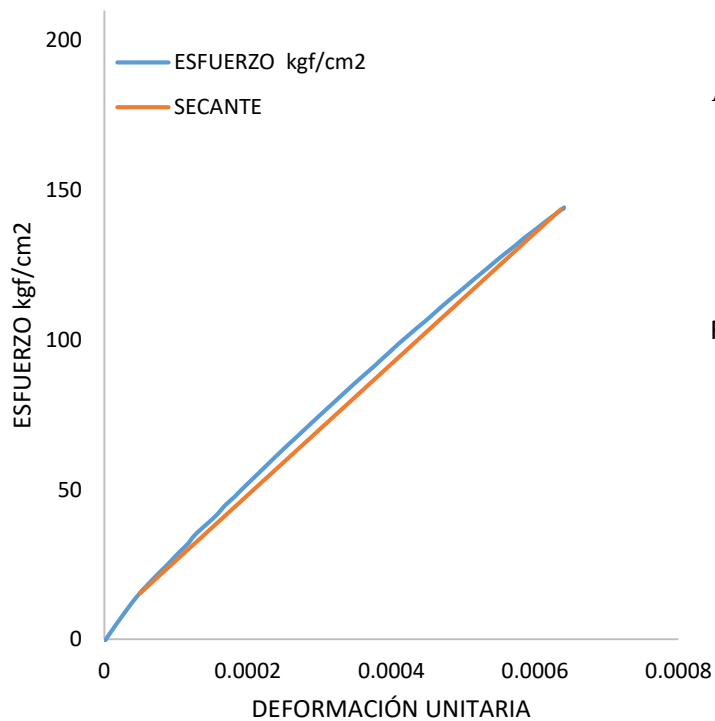
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-16

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS:*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00061$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.30 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{143.30 - 14.09}{0.00061 - 0.00005}$$

$$= 230725.70 \frac{kg}{cm^2}$$



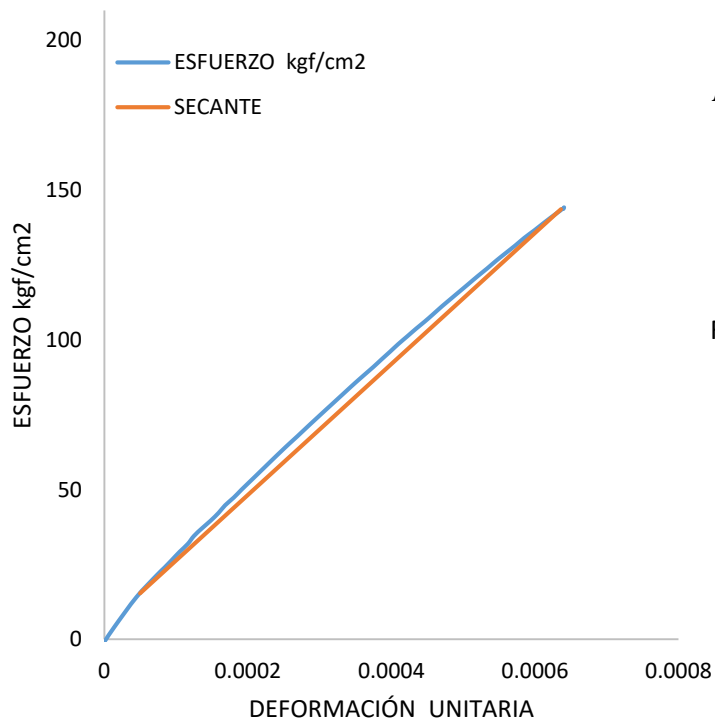
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-17

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS:*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00061$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.30 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{143.30 - 14.09}{0.00061 - 0.00005}$$

$$= 230725.70 \frac{kg}{cm^2}$$



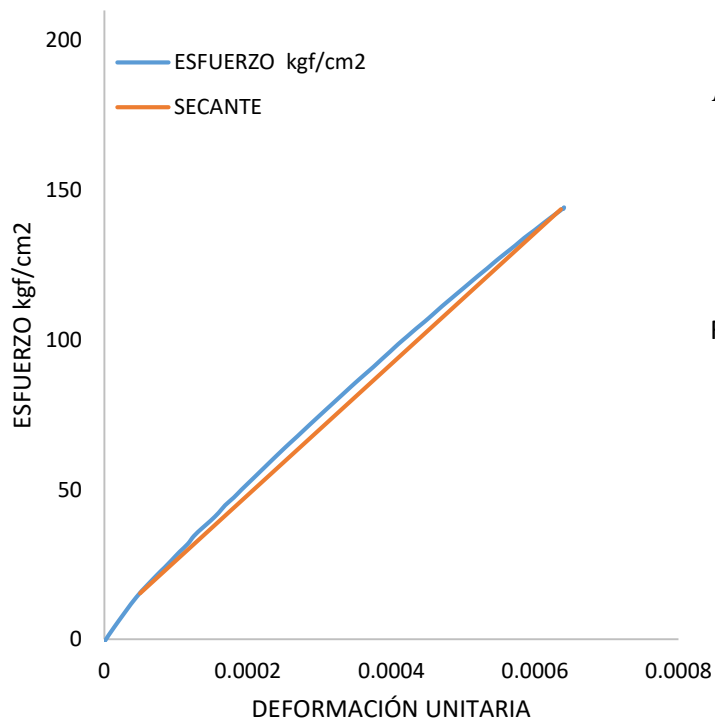
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-18

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS:*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00061$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.30 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{143.30 - 14.09}{0.00061 - 0.00005}$$

$$= 230725.70 \frac{kg}{cm^2}$$



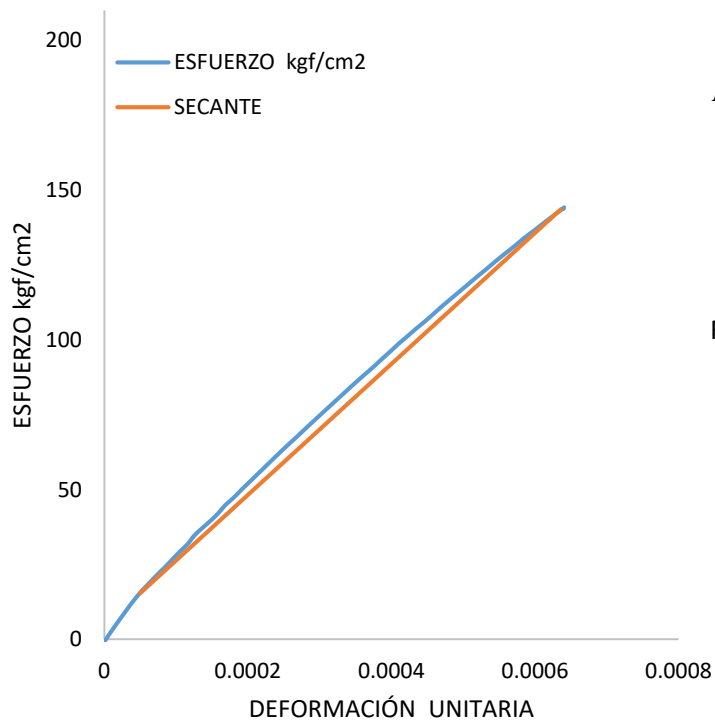
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-19

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS:*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00061$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.30 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{143.30 - 14.09}{0.00061 - 0.00005}$$

$$= 230725.70 \frac{kg}{cm^2}$$



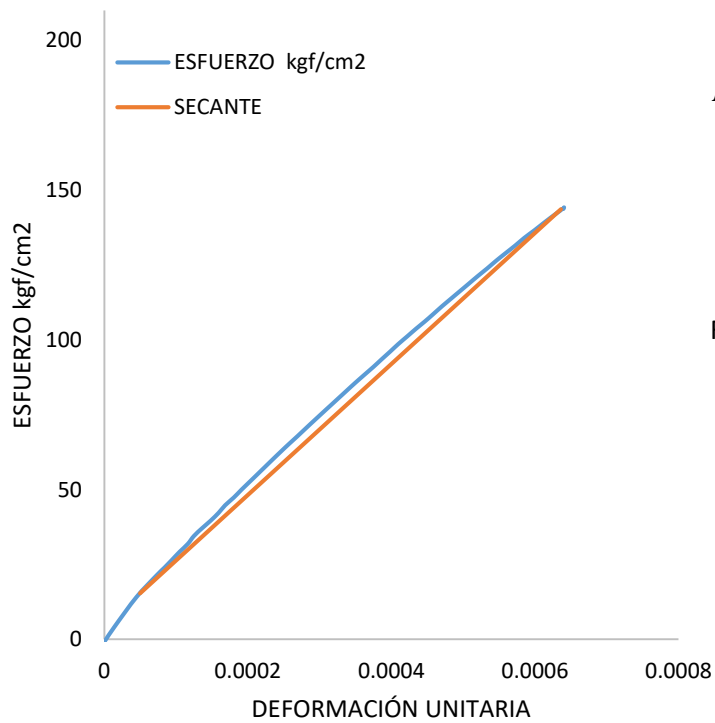
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# B-20

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

*DATOS:*

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00061$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 143.30 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{143.30 - 14.09}{0.00061 - 0.00005}$$

$$= 230725.70 \frac{kg}{cm^2}$$



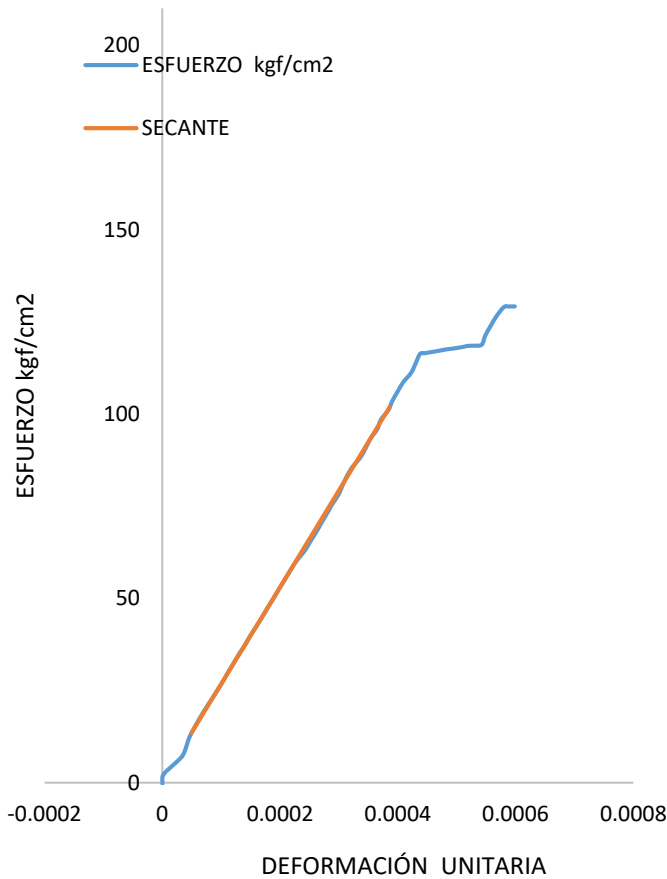
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-1

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0.000050 \\ \varepsilon_{40\%} &= 0.00039 \\ \sigma_{0.00005} &= 13,57 \frac{kg}{cm^2} \\ \sigma_{40\%} &= 101,77 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$

FORMULA:

$$\begin{aligned} E_c &= \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}} \\ E_c &= \frac{101,77 - 13,57}{0.00039 - 0.00005} \\ &= 262767.11 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$



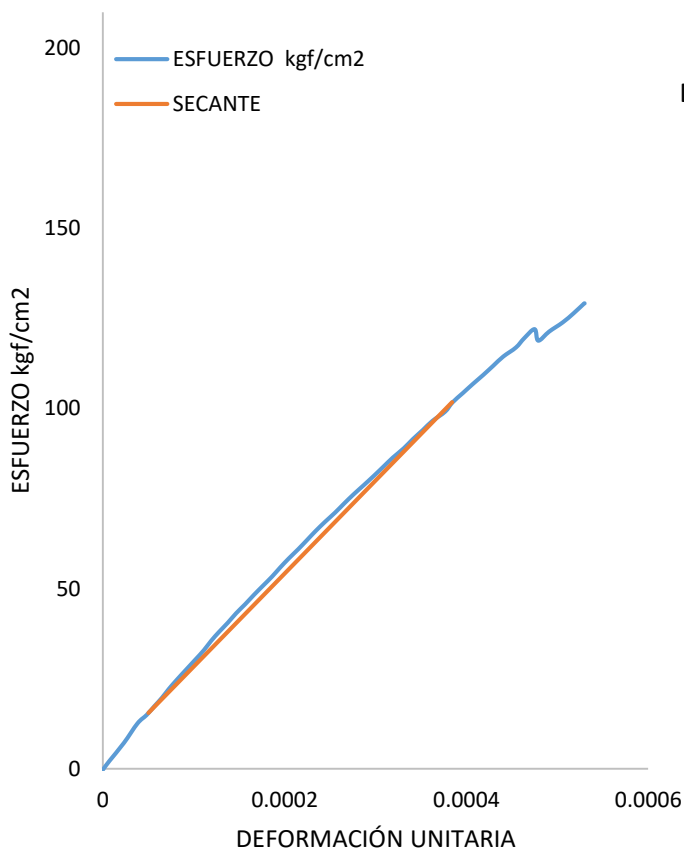
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-2

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS :

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00038$$

$$\sigma_{0.00005} = 15,50 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 101,77 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{101,77 - 15,50}{0.00058 - 0.00005}$$

$$= 258248,23 \frac{kg}{cm^2}$$



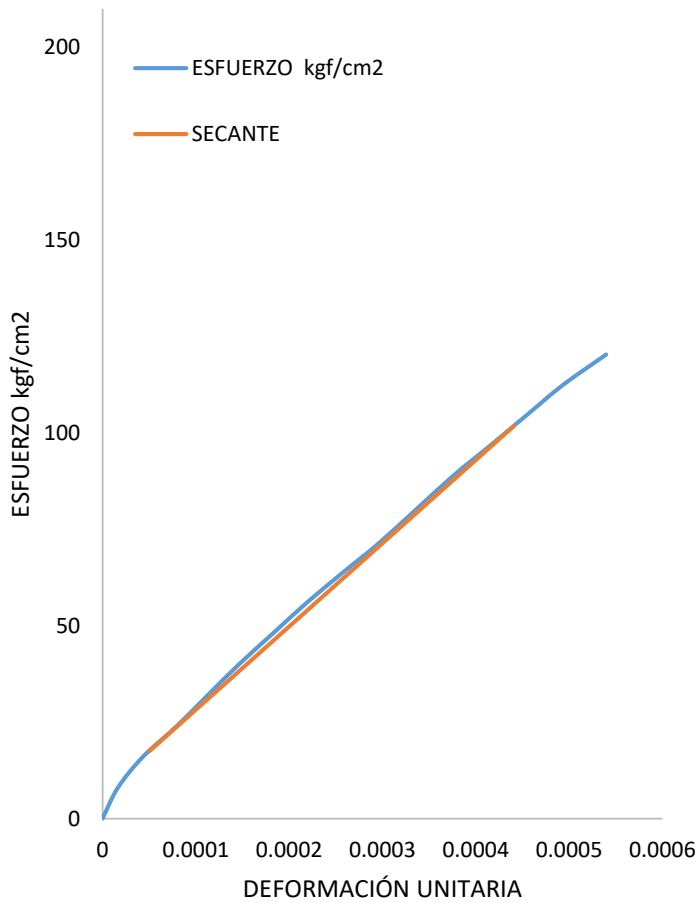
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-3

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS :

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0.000050 \\ \varepsilon_{40\%} &= 0.00044 \\ \sigma_{0.00005} &= 17,47 \frac{kg}{cm^2} \\ \sigma_{40\%} &= 101,77 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$

FORMULA:

$$\begin{aligned} E_c &= \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}} \\ E_c &= \frac{101,77 - 17,47}{0.00044 - 0.00005} \\ &= 215764,25 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$



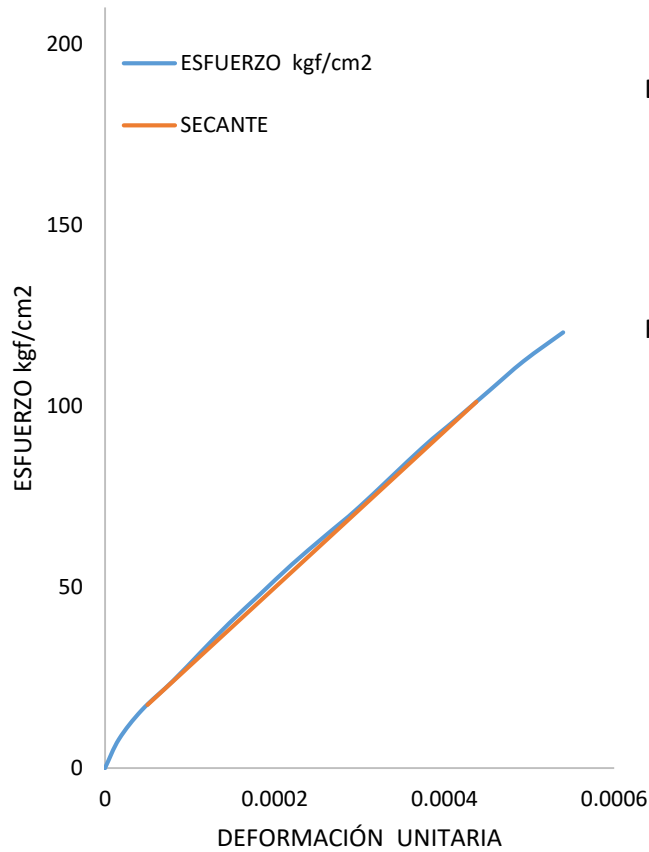
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-4

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00044$$

$$\sigma_{0.00005} = 17.47 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 101.16 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{101.16 - 17.47}{0.00044 - 0.00005}$$

$$= 215876.47 \frac{kg}{cm^2}$$



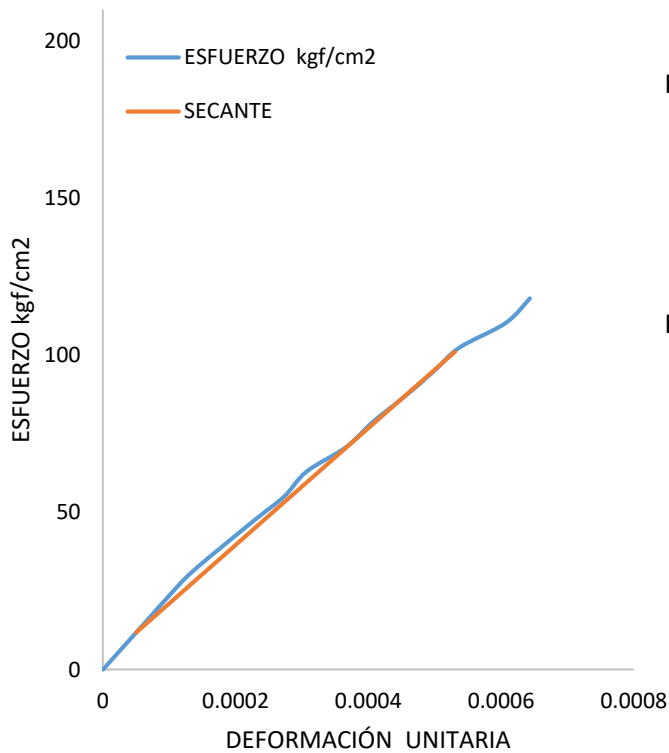
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-5

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00053$$

$$\sigma_{0.00005} = 11,77 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 101,03 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{101.03 - 11.77}{0.00053 - 0.00005}$$

$$= 185822.07 \frac{kg}{cm^2}$$



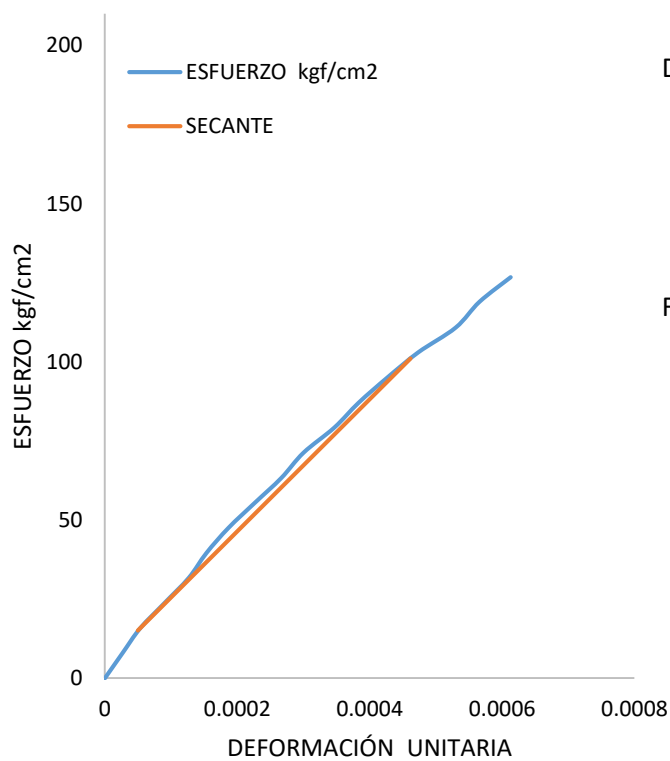
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-6

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00046$$

$$\sigma_{0.00005} = 15,08 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 101,03 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{101.03 - 15.08}{0.00046 - 0.00005}$$

$$= 208693.81 \frac{kg}{cm^2}$$



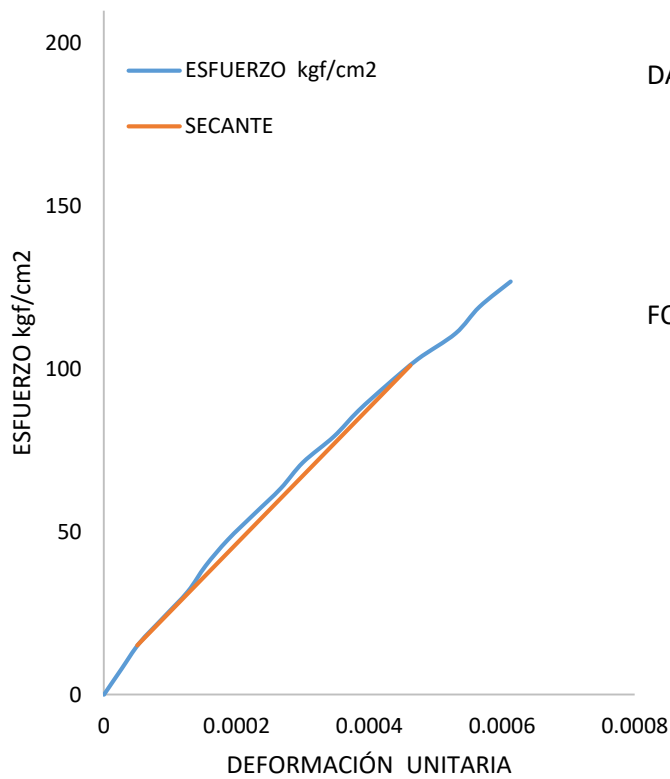
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-7

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00044$$

$$\sigma_{0.00005} = 17,80 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 100,89 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{100.89 - 17.80}{0.00057 - 0.00005}$$

$$= 213239.13 \frac{kg}{cm^2}$$



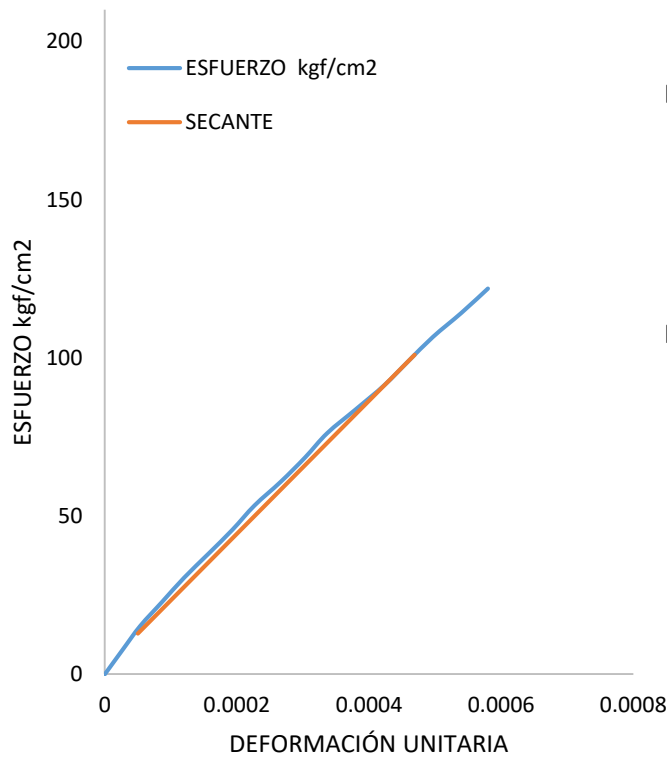
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-8

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00047$$

$$\sigma_{0.00005} = 12.80 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 100.89 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{100.89 - 12.80}{0.00047 - 0.00005}$$

$$= 210170.40 \frac{kg}{cm^2}$$



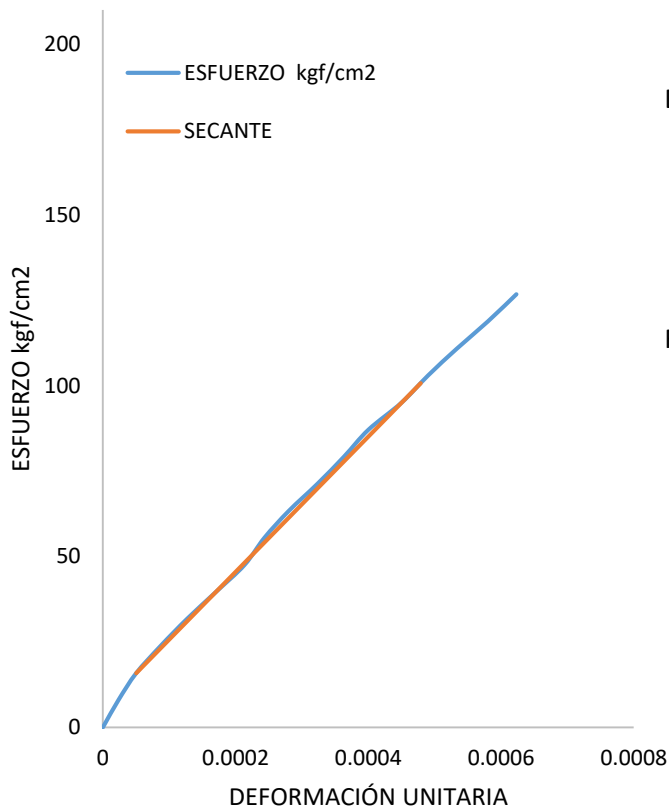
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-9

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00048$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.80 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 100.75 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{100.75 - 15.80}{0.00048 - 0.00005}$$

$$= 198131.89 \frac{kg}{cm^2}$$

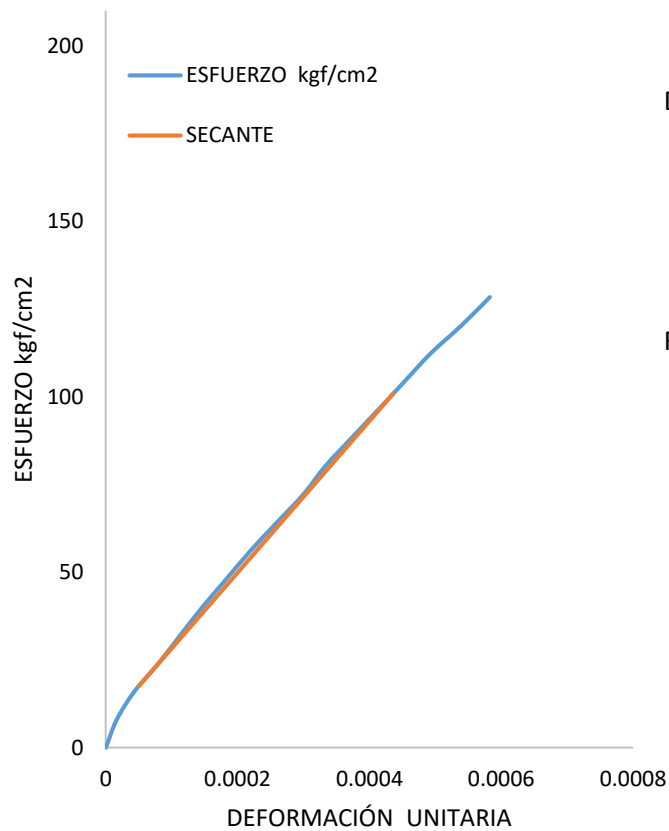
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-10

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00044$$

$$\sigma_{0.00005} = 17.47 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 100.75 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{100.75 - 17.47}{0.00044 - 0.00005}$$

$$= 215952,23 \frac{kg}{cm^2}$$



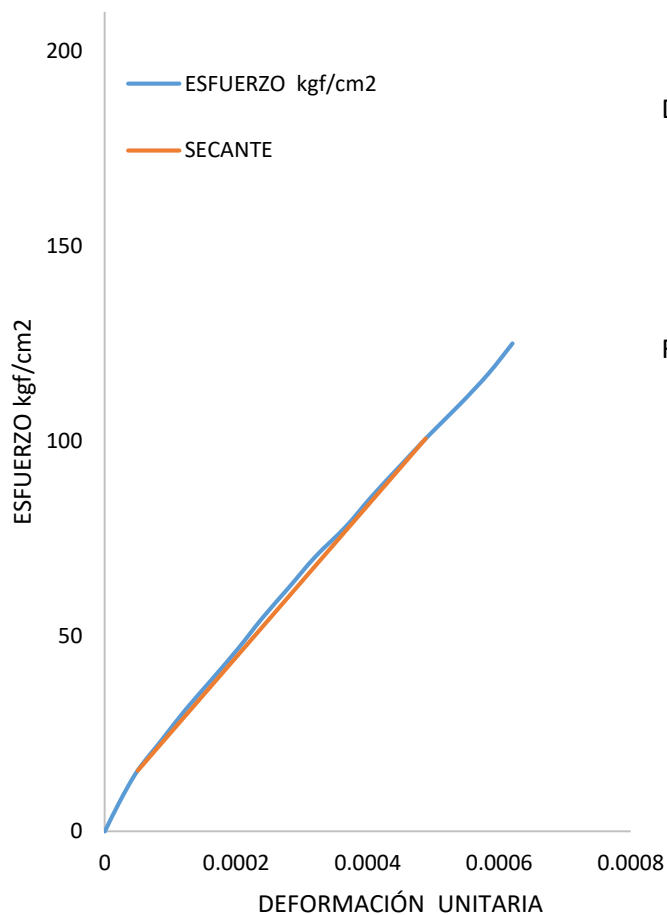
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-11

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00049$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.60 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 100.67 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{100.67 - 15.60}{0.00049 - 0.00005}$$

$$= 194071.66 \frac{kg}{cm^2}$$



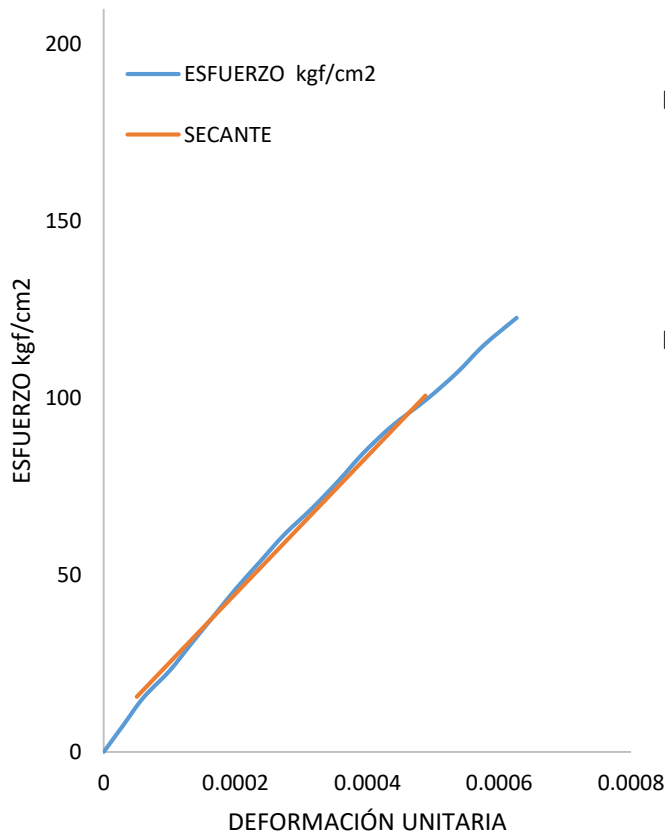
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-12

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00050$$

$$\sigma_{0.00005} = 12.74 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 100.67 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{100.67 - 12.74}{0.00050 - 0.00005}$$

$$= 196972.31 \frac{kg}{cm^2}$$



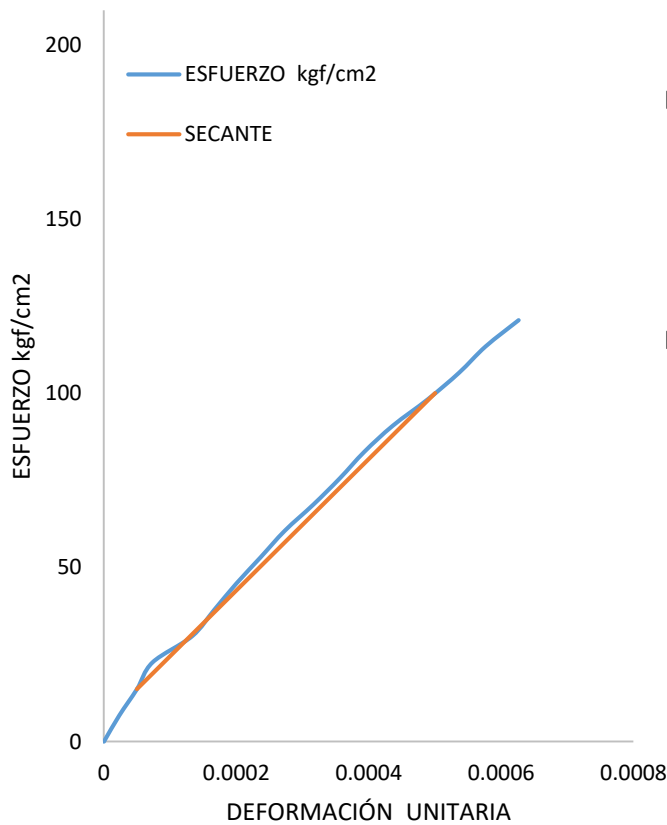
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-13

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00050$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 100.04 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{100.04 - 15.09}{0.00050 - 0.00005}$$

$$= 188718.61 \frac{kg}{cm^2}$$



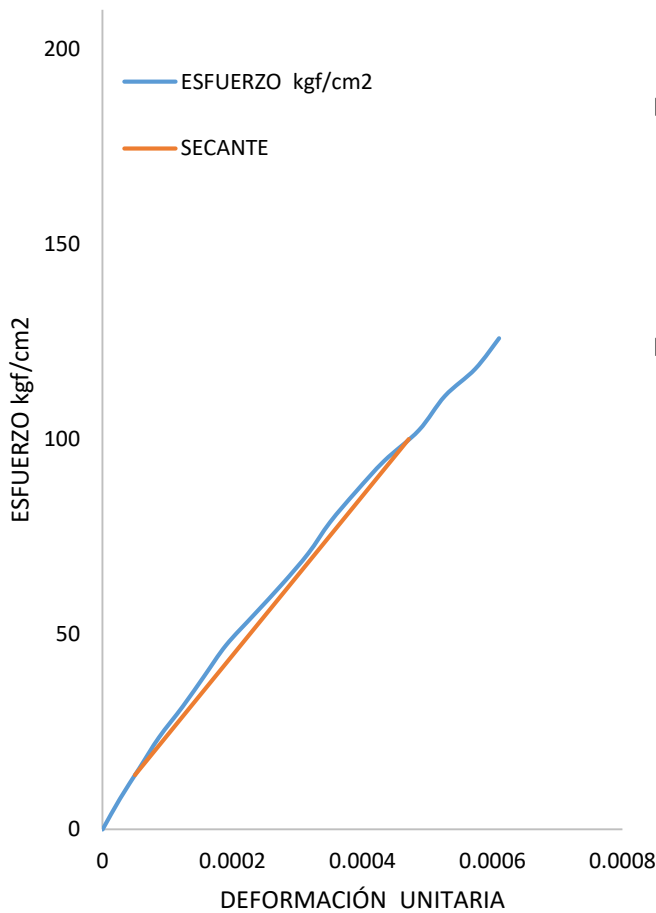
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-14

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0.000050 \\ \varepsilon_{40\%} &= 0.00047 \\ \sigma_{0.00005} &= 13.95 \frac{kg}{cm^2} \\ \sigma_{40\%} &= 100.04 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$

FORMULA:

$$\begin{aligned} E_c &= \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}} \\ E_c &= \frac{100.04 - 13.95}{0.00047 - 0.00005} \\ &= 204236.91 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$



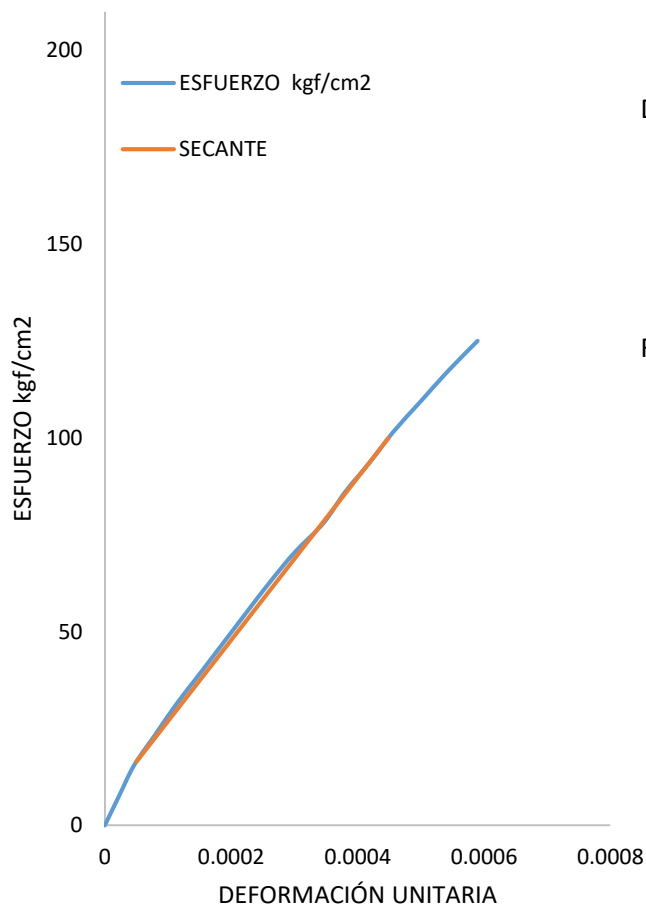
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-15

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATSO:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00045$$

$$\sigma_{0.00005} = 16.38 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 99.97 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{99.97 - 16.38}{0.00045 - 0.00005}$$

$$= 209416.50 \frac{kg}{cm^2}$$



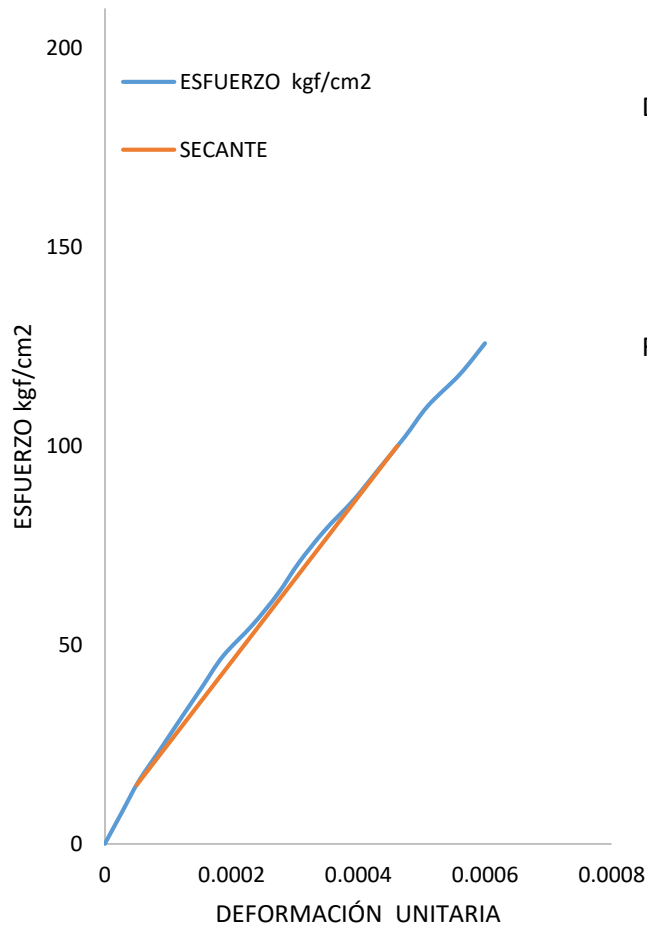
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-16

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00046$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.72 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 99.97 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{99.97 - 14.72}{0.00046 - 0.00005}$$

$$= 207125.05 \frac{kg}{cm^2}$$



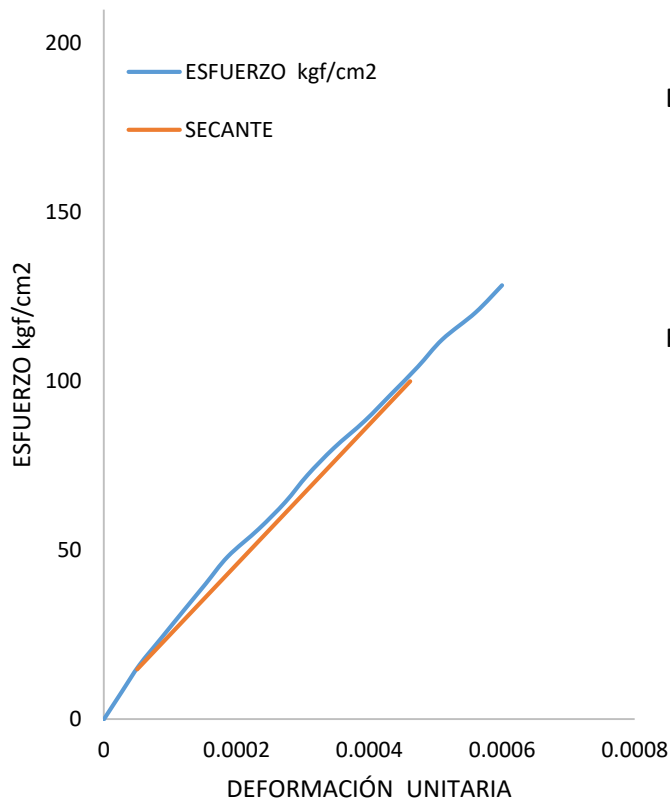
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-17

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00045$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.01 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 99.85 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{99.85 - 15.01}{0.00045 - 0.00005}$$

$$= 211476.98 \frac{kg}{cm^2}$$



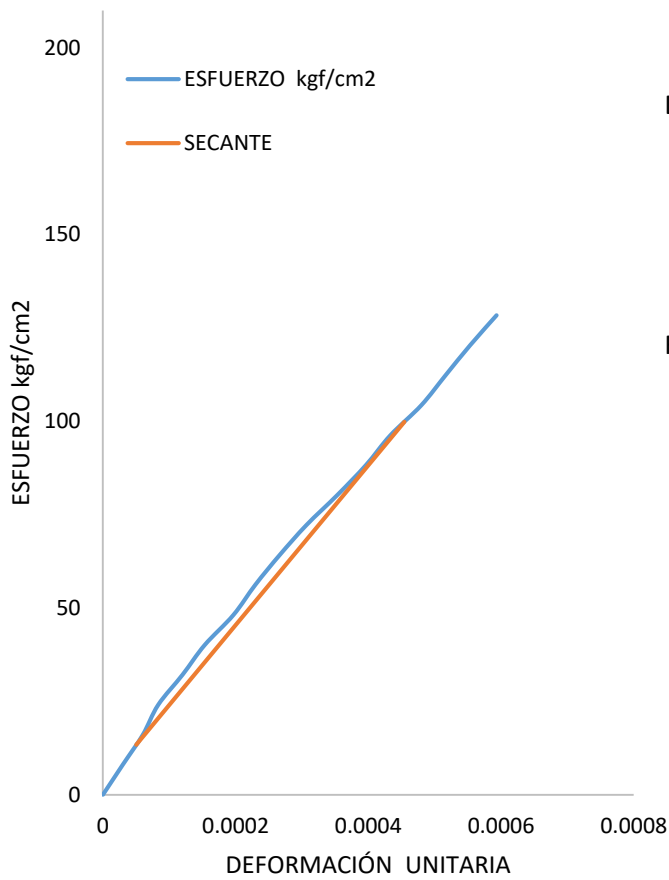
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-18

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00045$$

$$\sigma_{0.00005} = 13.35 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 99.85 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{99.85 - 13.35}{0.00045 - 0.00005}$$

$$= 214021.34 \frac{kg}{cm^2}$$



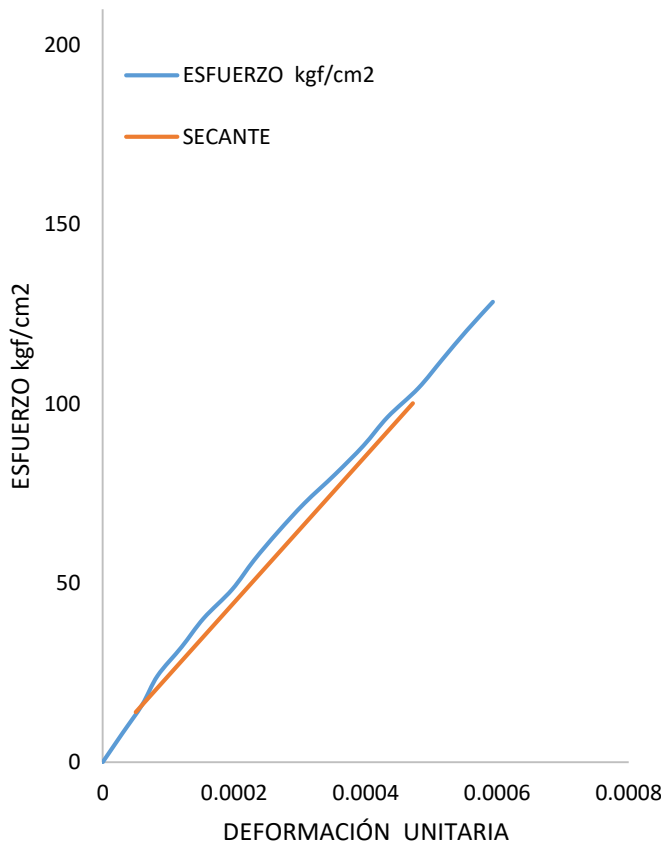
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-19

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00047$$

$$\sigma_{0.00005} = 15.49 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 99.12 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{99.12 - 15.49}{0.00047 - 0.00005}$$

$$= 198377.58 \frac{kg}{cm^2}$$



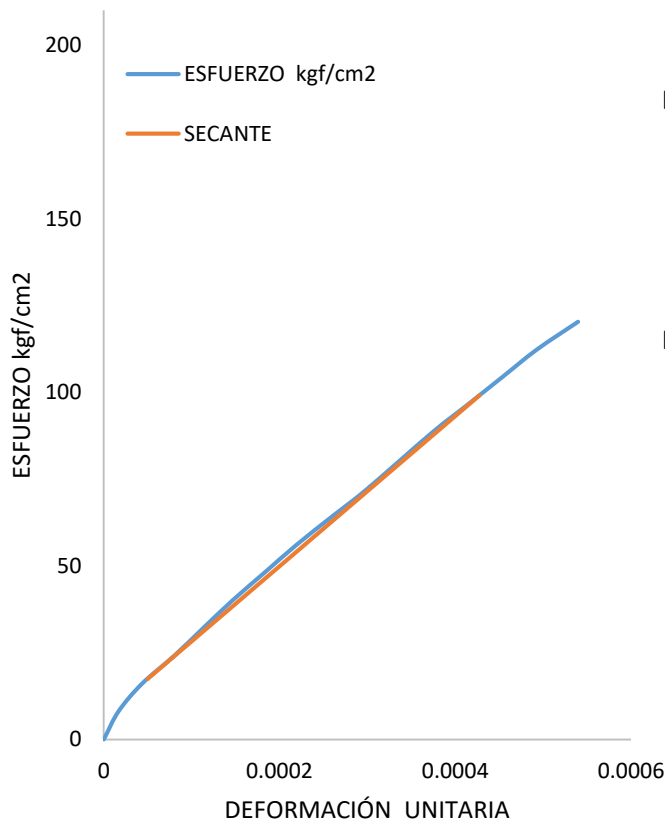
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# C-20

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00043$$

$$\sigma_{0.00005} = 17.47 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 99.12 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{99.12 - 17.47}{0.00043 - 0.00005}$$

$$= 216263.48 \frac{kg}{cm^2}$$



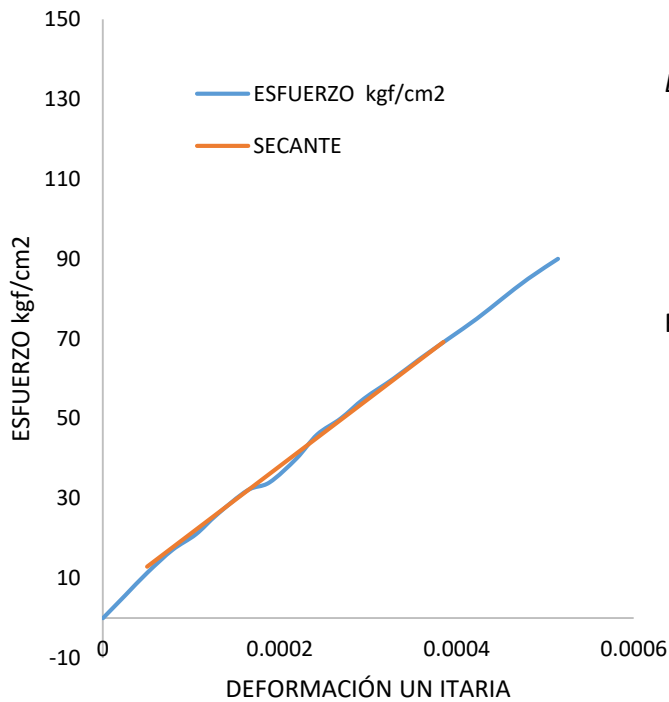
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# D-1

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00039$$

$$\sigma_{0.00005} = 12.89 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 69.14 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{69.14 - 12.89}{0.00062 - 0.00005}$$

$$= 167879.30 \frac{kg}{cm^2}$$



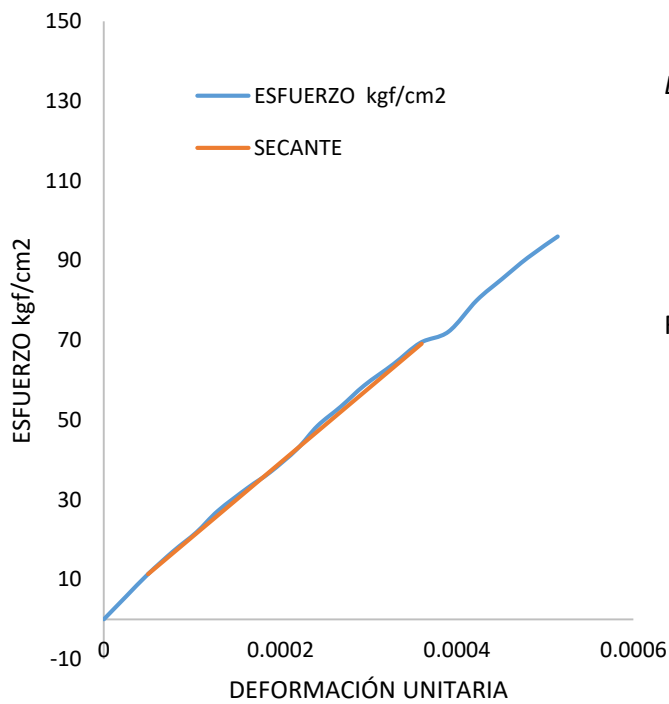
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# D-2

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00036$$

$$\sigma_{0.00005} = 11.31 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 69.14 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{69.14 - 11.31}{0.00036 - 0.00005}$$

$$= 186523.12 \frac{kg}{cm^2}$$



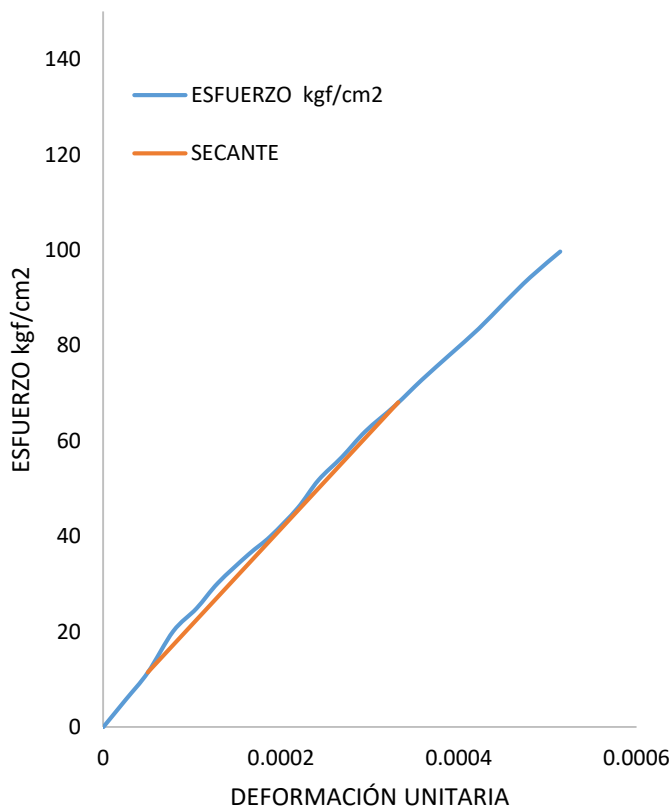
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# D-3

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00036$$

$$\sigma_{0.00005} = 11.41 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 68.05 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{68.05 - 11.41}{0.00036 - 0.00005}$$

$$= 183539.69 \frac{kg}{cm^2}$$



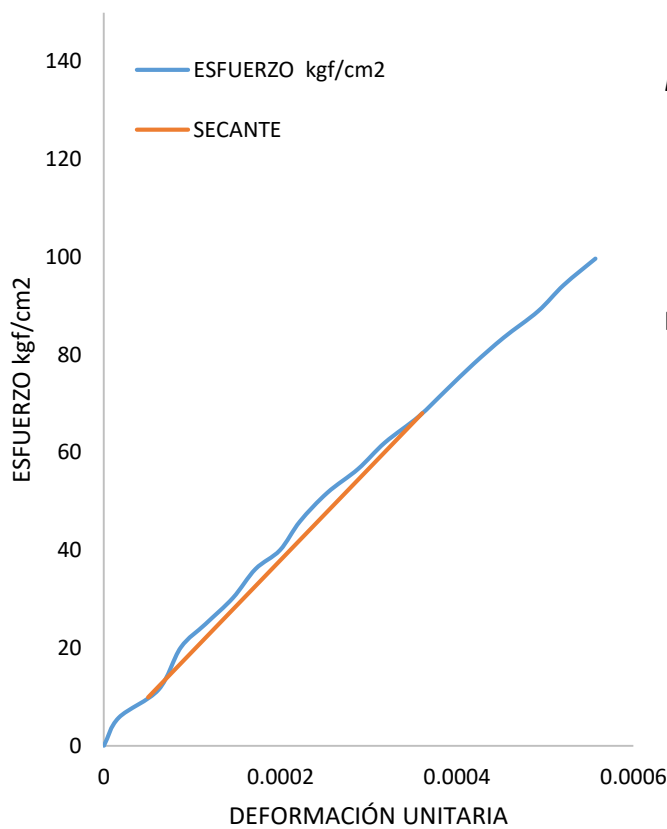
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# D-4

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00036$$

$$\sigma_{0.00005} = 9.94 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 68.05 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{68.05 - 9.94}{0.00036 - 0.00005}$$

$$= 176968.45 \frac{kg}{cm^2}$$



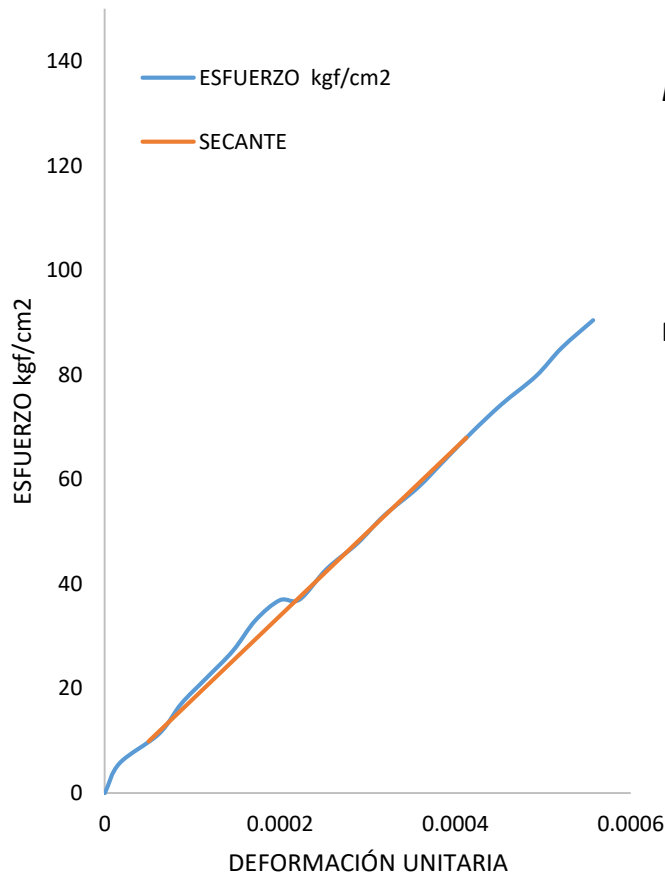
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# D-5

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00041$$

$$\sigma_{0.00005} = 9.87 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 67.98 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{67.87 - 9.87}{0.00041 - 0.00005}$$

$$= 160215.82 \frac{kg}{cm^2}$$



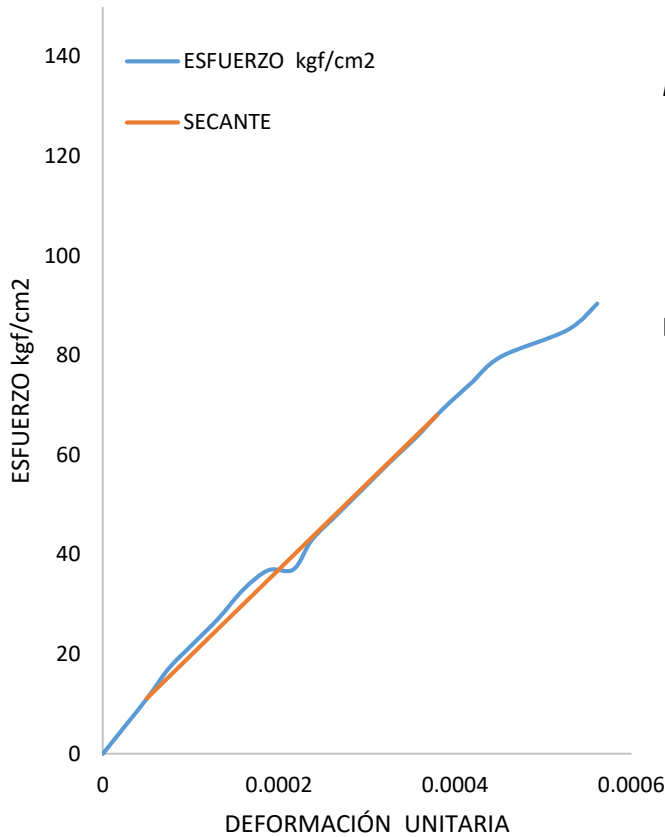
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# D-6

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00038$$

$$\sigma_{0.00005} = 11.36 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 67.98 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{67.98 - 11.06}{0.00038 - 0.00005}$$

$$= 172769.08 \frac{kg}{cm^2}$$



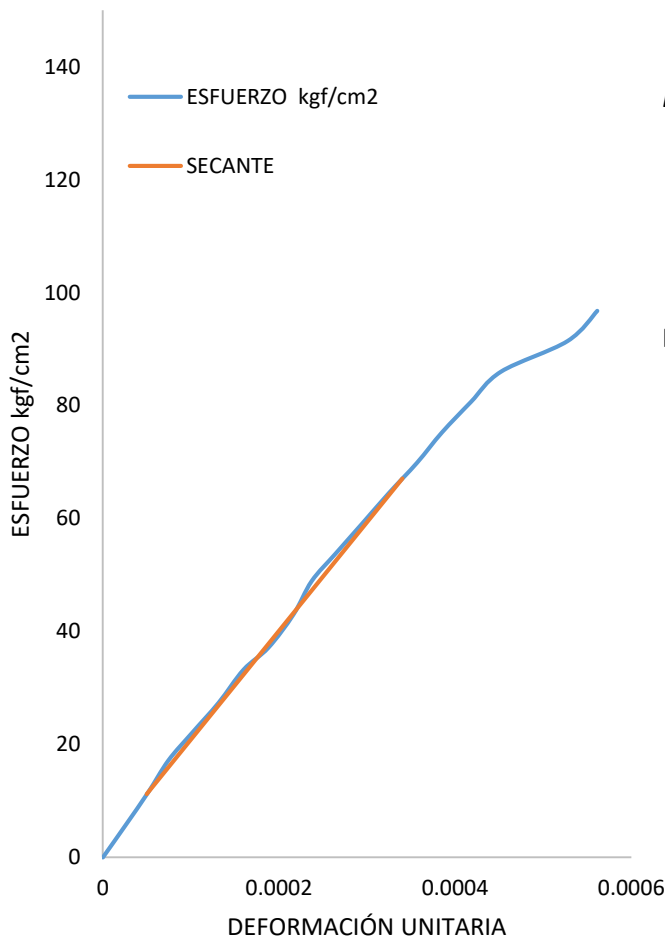
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# D-7

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00034$$

$$\sigma_{0.00005} = 11.18 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 67.04 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{67.04 - 11.18}{0.00034 - 0.00005}$$

$$= 192557.48 \frac{kg}{cm^2}$$



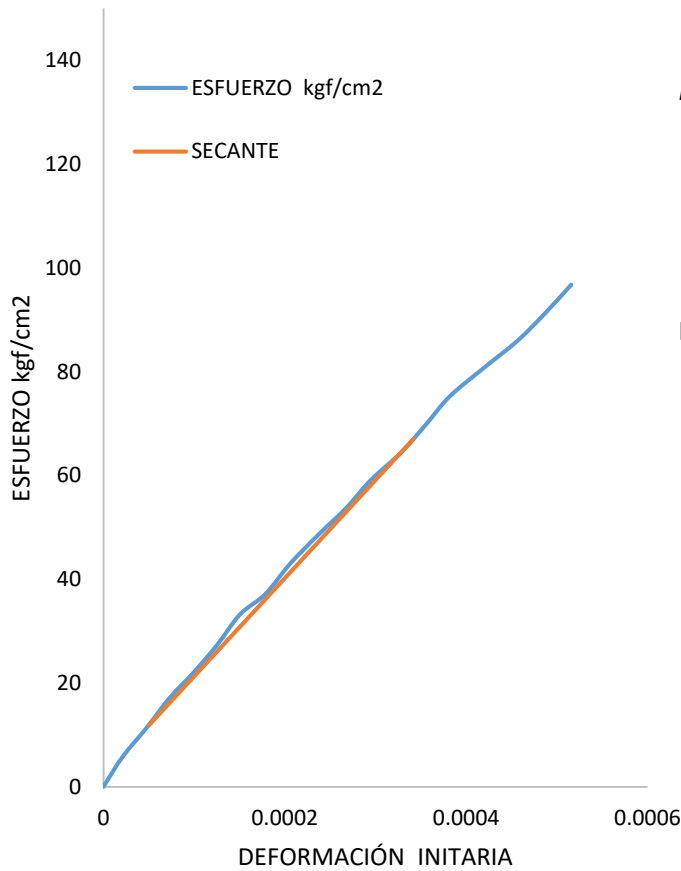
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# D-8

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00034$$

$$\sigma_{0.00005} = 11.87 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 67.04 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{67.04 - 11.87}{0.00034 - 0.00005}$$

$$= 189099.48 \frac{kg}{cm^2}$$



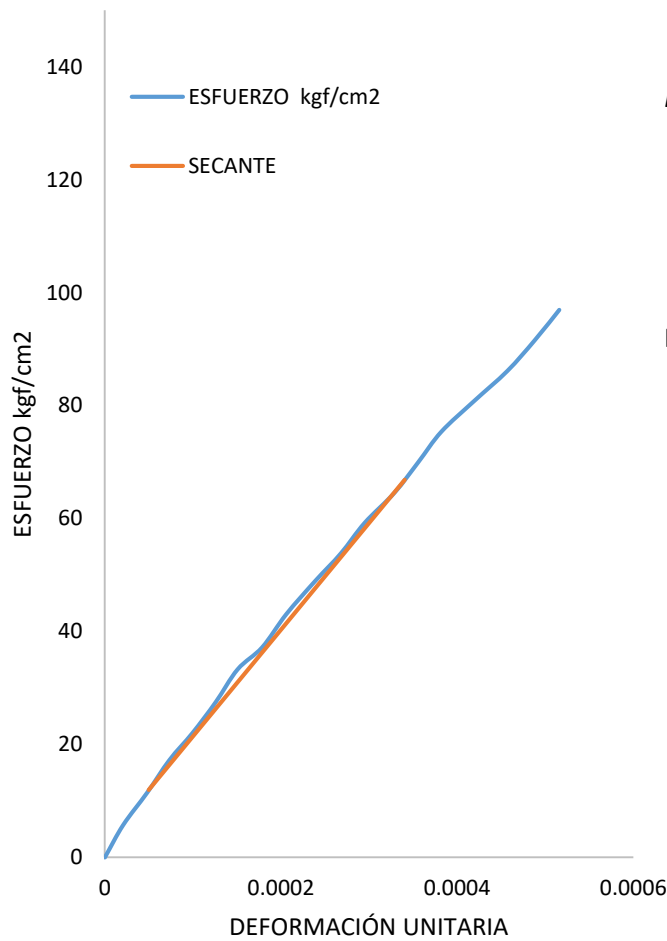
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# D-9

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00034$$

$$\sigma_{0.00005} = 11.90 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 66.85 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{66.85 - 11.90}{0.00034 - 0.00005}$$

$$= 189197.90 \frac{kg}{cm^2}$$



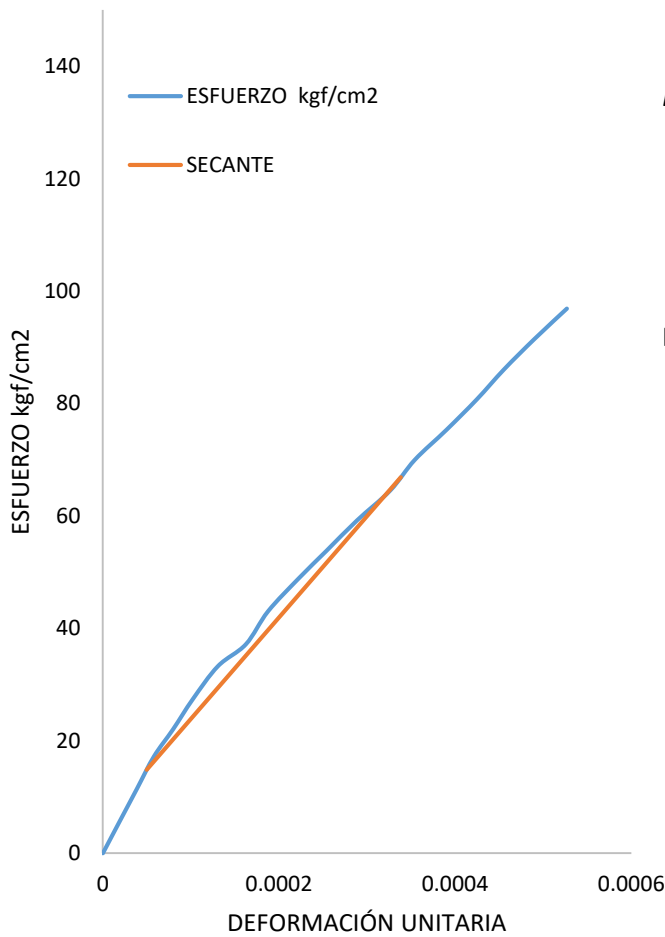
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# D-10

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00034$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.83 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 66.85 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{66.85 - 14.83}{0.00034 - 0.00005}$$

$$= 180485.60 \frac{kg}{cm^2}$$



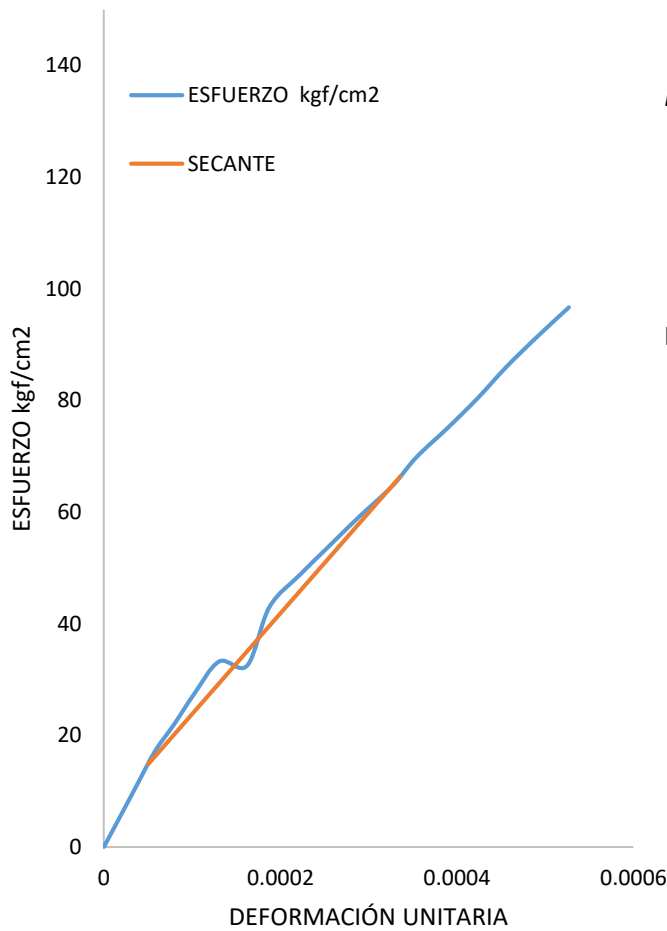
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# D-11

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.0034$$

$$\sigma_{0.00005} = 14.80 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 66.37 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{66.37 - 14.80}{0.00034 - 0.00005}$$

$$= 180399.47 \frac{kg}{cm^2}$$



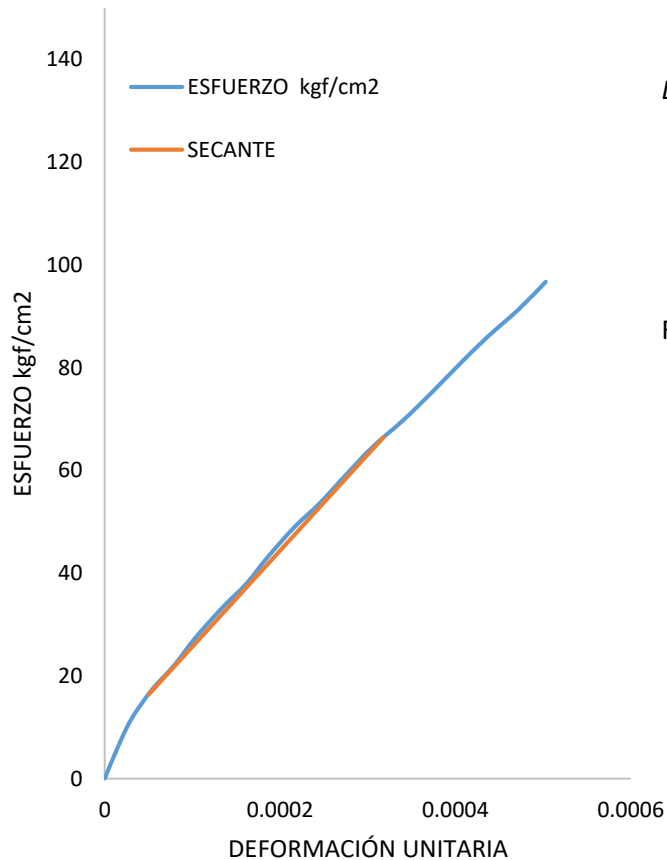
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# D-12

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00032$$

$$\sigma_{0.00005} = 16.36 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 66.37 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{66.37 - 16.36}{0.00032 - 0.00005}$$

$$= 186727.88 \frac{kg}{cm^2}$$



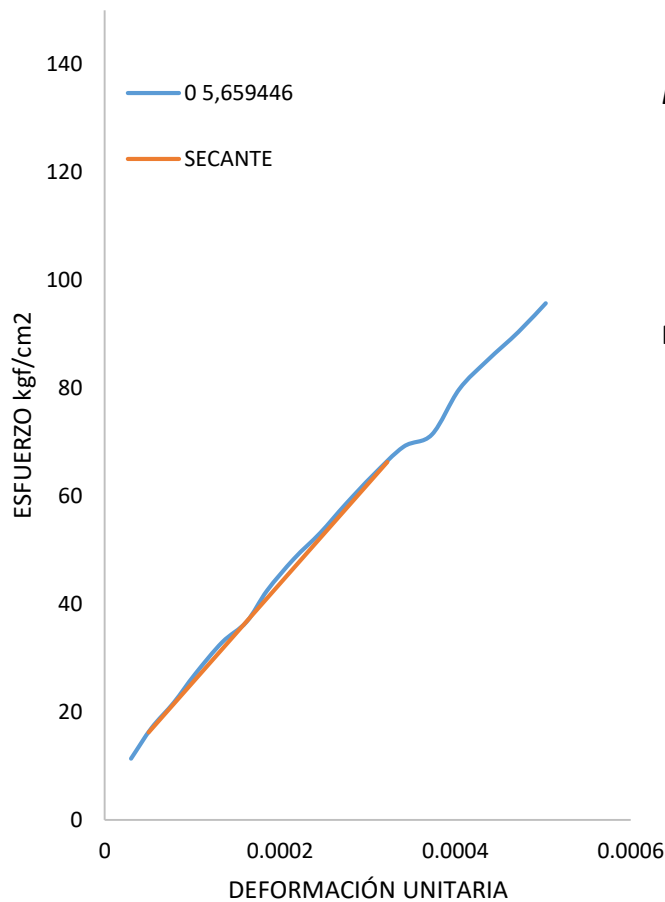
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# D-13

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00032$$

$$\sigma_{0.00005} = 16.22 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 66.33 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{66.33 - 16.22}{0.00032 - 0.00005}$$

$$= 183991.58 \frac{kg}{cm^2}$$



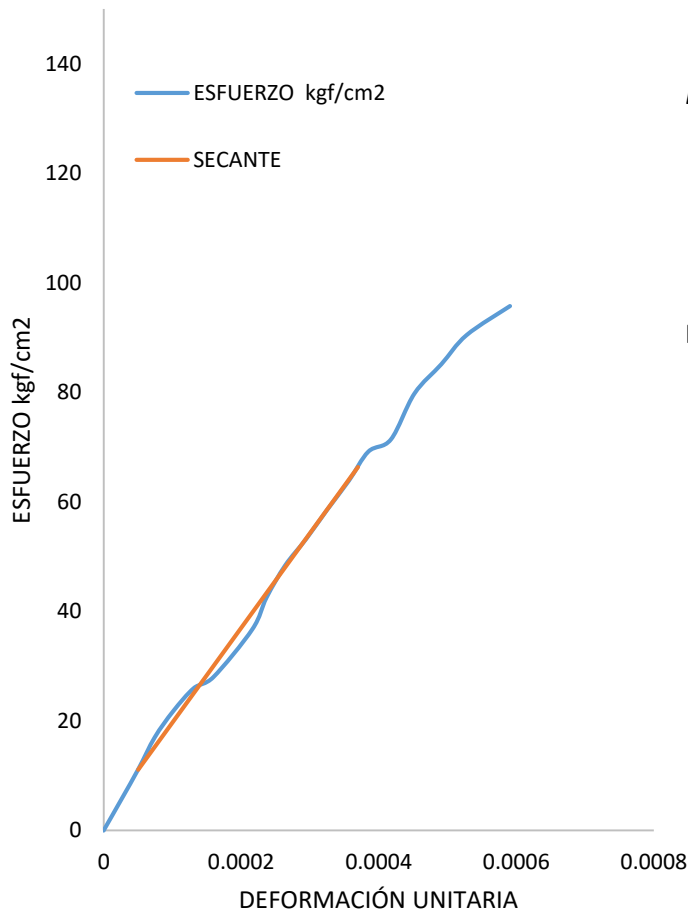
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# D-14

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00037$$

$$\sigma_{0.00005} = 11.10 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 66.33 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{66.33 - 11.10}{0.00037 - 0.00005}$$

$$= 172656.14 \frac{kg}{cm^2}$$



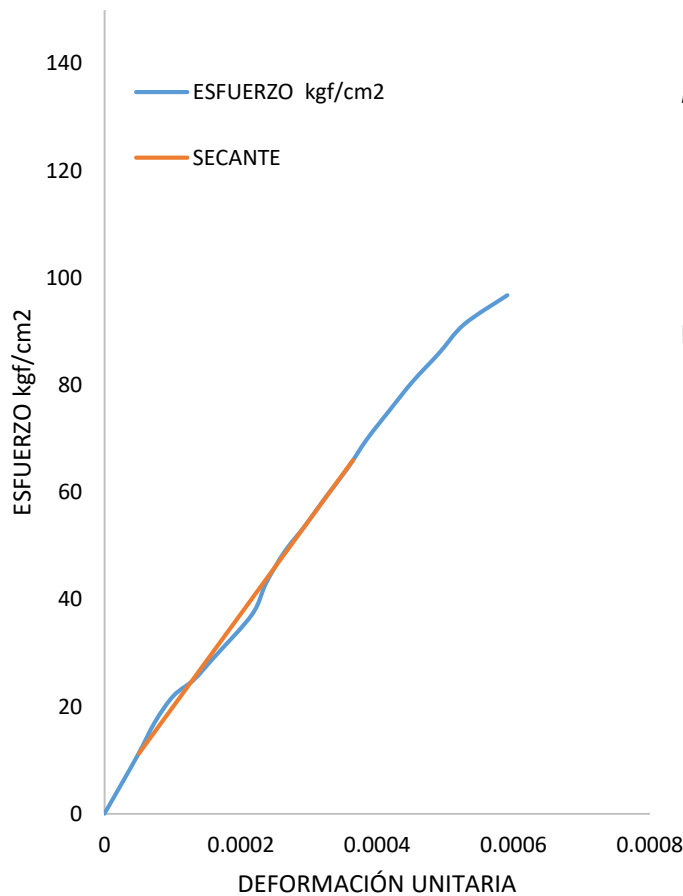
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO: MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA: ASTM C-469

N# D-15

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00036$$

$$\sigma_{0.00005} = 11.20 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 65.99 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

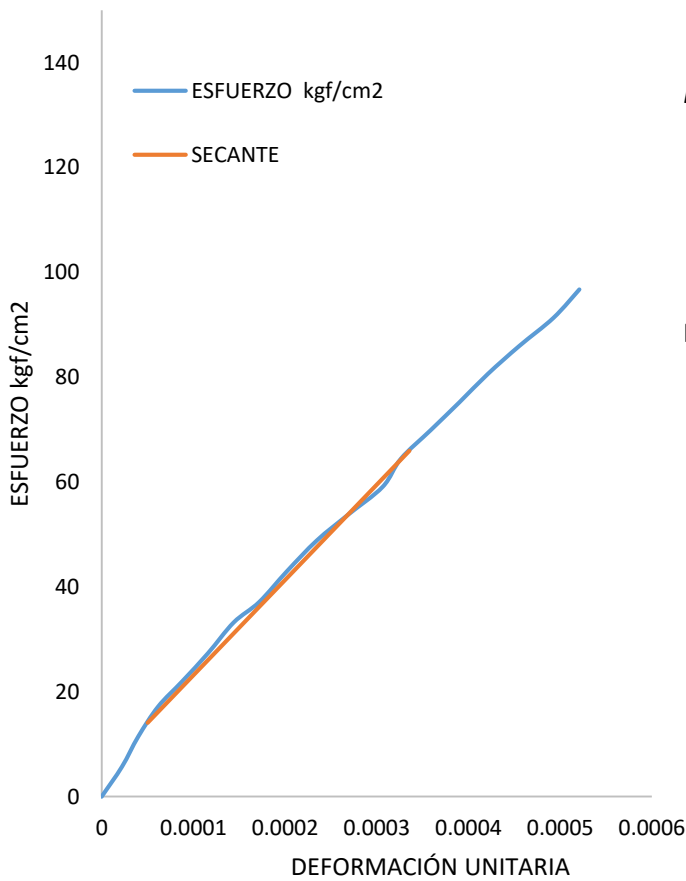
$$E_c = \frac{65.99 - 11.20}{0.00036 - 0.00005}$$

$$= 174128.72 \frac{kg}{cm^2}$$



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:	MÓDULO DE ELASTICIDAD		
NORMA:	ASTM C-469	N#	D-16
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		



DATOS:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0.000050 \\ \varepsilon_{40\%} &= 0.00034 \\ \sigma_{0.00005} &= 14.10 \frac{kg}{cm^2} \\ \sigma_{40\%} &= 65.99 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$

FORMULA:

$$\begin{aligned} E_c &= \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}} \\ E_c &= \frac{65.99 - 14.10}{0.00034 - 0.00005} \\ &= 181735.20 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA:

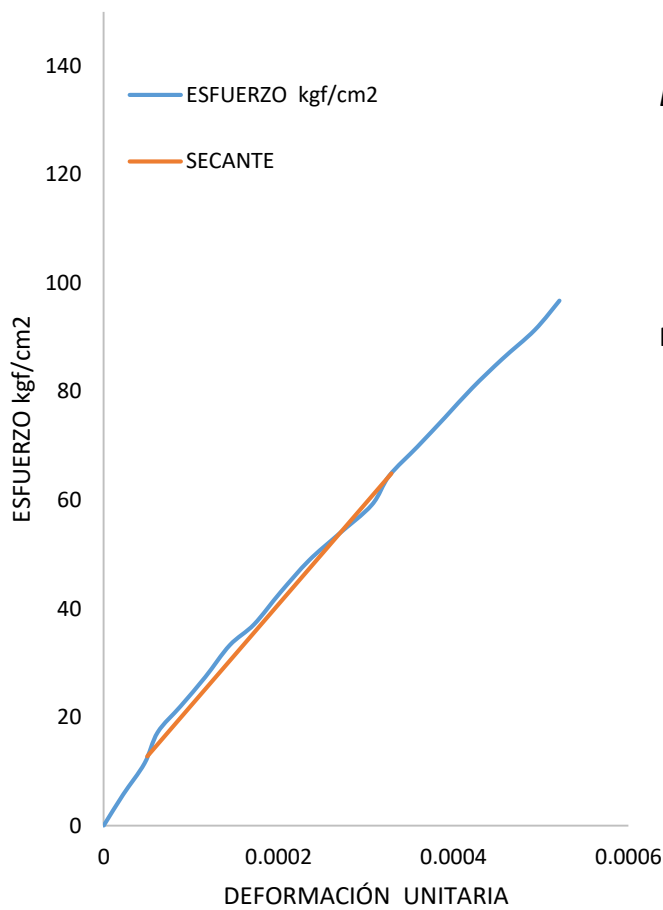
ASTM C-469

N#

D-17

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN
EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00033$$

$$\sigma_{0.00005} = 12.73 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 64.87 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{64.87 - 12.73}{0.00033 - 0.00005}$$

$$= 186961.49 \frac{kg}{cm^2}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA:

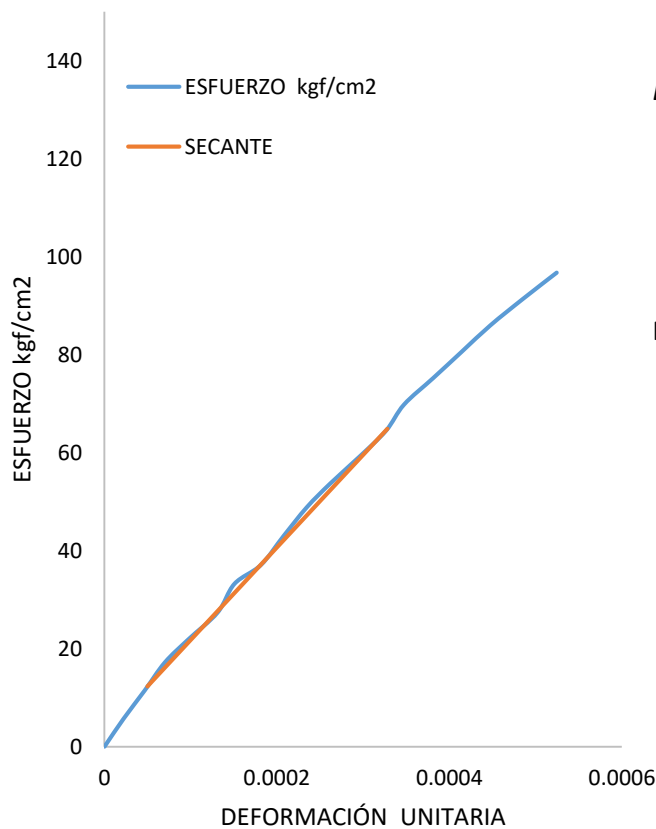
ASTM C-469

N#

D-18

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN
EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00033$$

$$\sigma_{0.00005} = 12.28 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 64.87 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{64.87 - 12.28}{0.00033 - 0.00005}$$

$$= 189164.13 \frac{kg}{cm^2}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA:

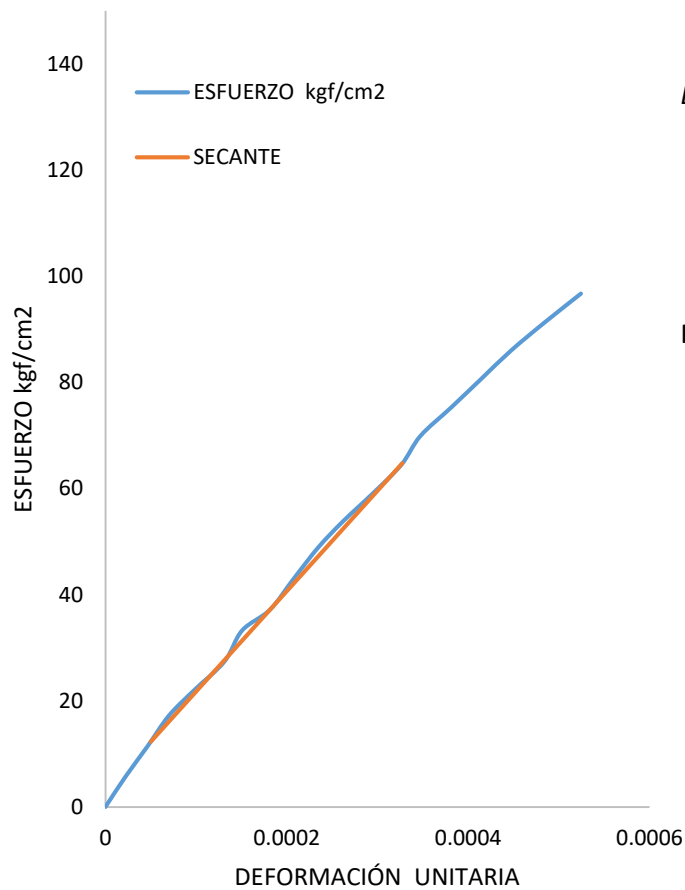
ASTM C-469

N#

D-19

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN
EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00033$$

$$\sigma_{0.00005} = 12.28 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 64.75 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

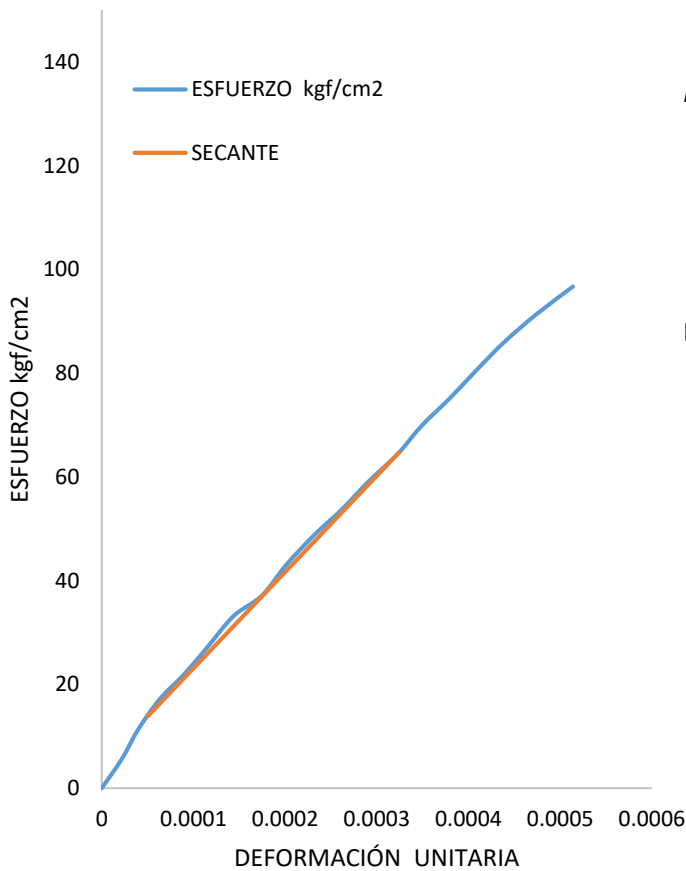
$$E_c = \frac{64.75 - 12.28}{0.00033 - 0.00005}$$

$$= 189065.35 \frac{kg}{cm^2}$$



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:	MÓDULO DE ELASTICIDAD		
NORMA:	ASTM C-469	N#	D-20
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		



DATOS:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0.000050 \\ \varepsilon_{40\%} &= 0.00032 \\ \sigma_{0.00005} &= 13.87 \frac{kg}{cm^2} \\ \sigma_{40\%} &= 64.75 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$

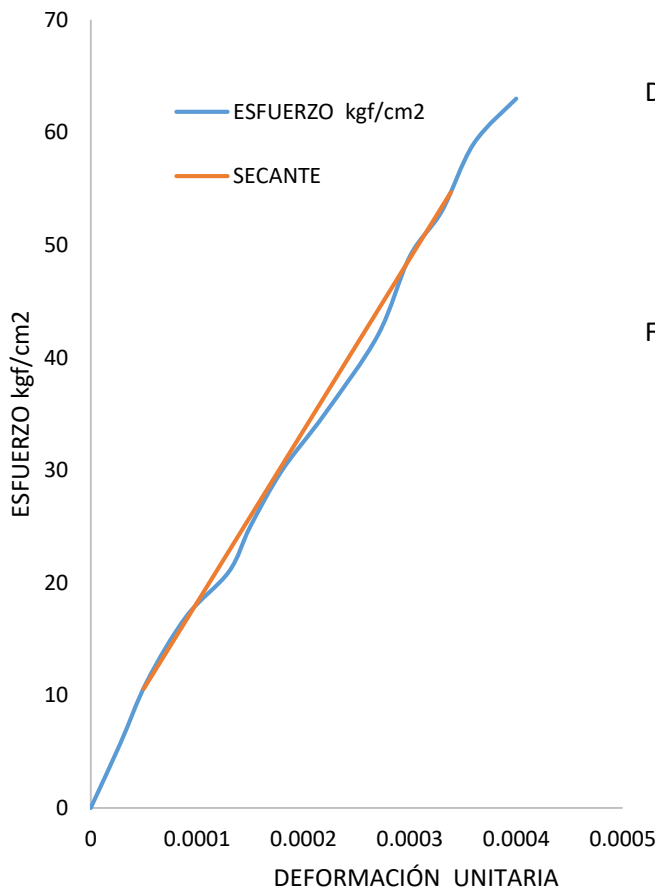
FORMULA:

$$\begin{aligned} E_c &= \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}} \\ E_c &= \frac{64.75 - 13.87}{0.00032 - 0.00005} \\ &= 185441.18 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:	MÓDULO DE ELASTICIDAD		
NORMA:	ASTM C-469	N#	E-1
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		



DATOS:

$$\begin{aligned} \epsilon &= 0.000050 \\ \epsilon_{40\%} &= 0.00034 \\ \sigma_{0.00005} &= 10.58 \frac{kg}{cm^2} \\ \sigma_{40\%} &= 54.70 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$

FORMULA:

$$\begin{aligned} E_c &= \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\epsilon_{40\%} - \epsilon_{0,00005}} \\ E_c &= \frac{54.70 - 10.58}{0.00034 - 0.00005} \\ &= 152904.51 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

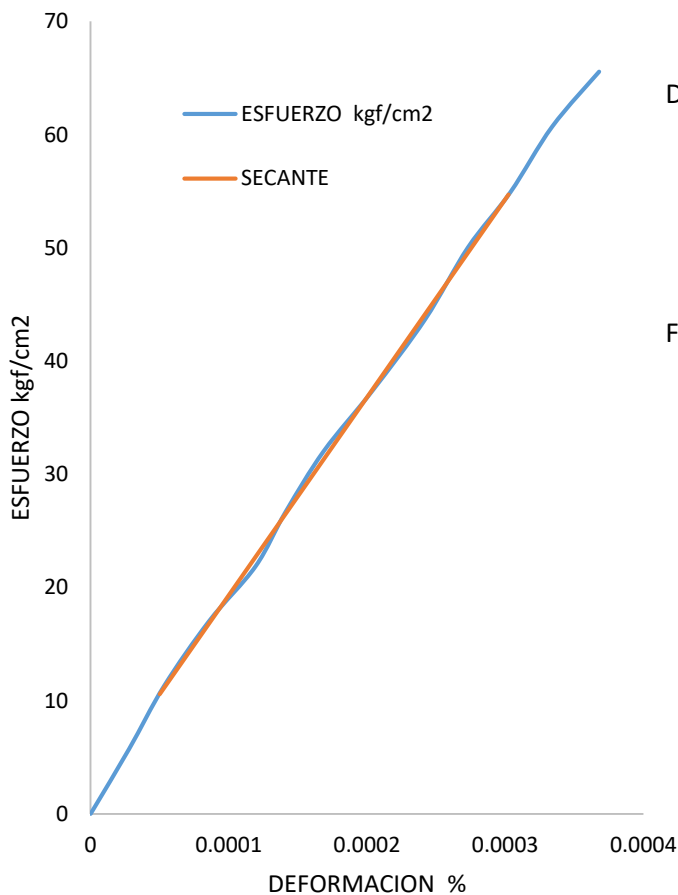
NORMA:

ASTM C-469

N# E-2

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN
EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00030$$

$$\sigma_{0.00005} = 10.58 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 54.70 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{54.70 - 10.58}{0.00030 - 0.00005}$$

$$= 174644.37 \frac{kg}{cm^2}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

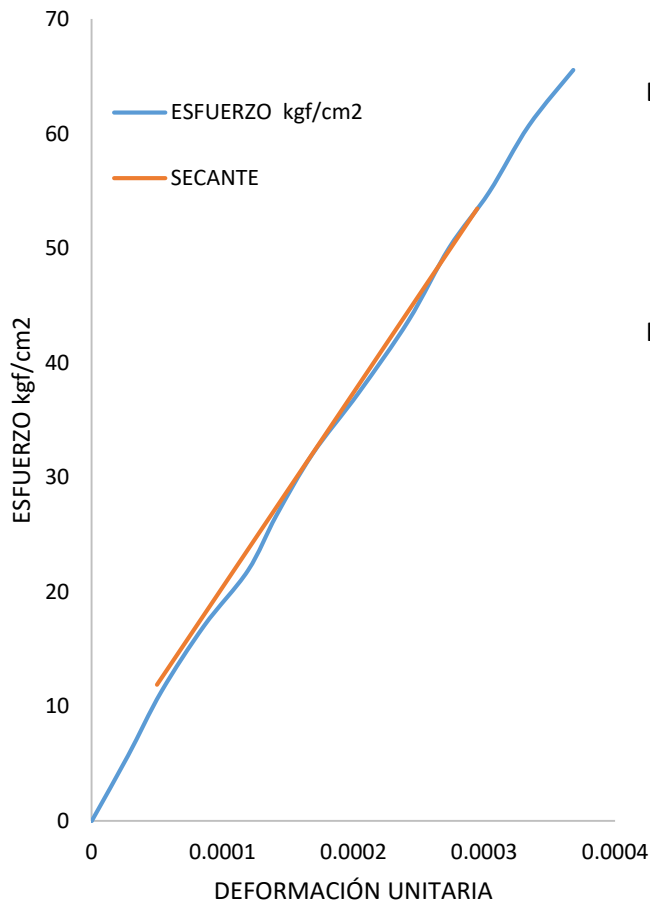
NORMA:

ASTM C-469

N# E-3

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN
EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00029$$

$$\sigma_{0.00005} = 11.90 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 53.45 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{53.45 - 11.90}{0.00029 - 0.00005}$$

$$= 169782.07 \frac{kg}{cm^2}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA:

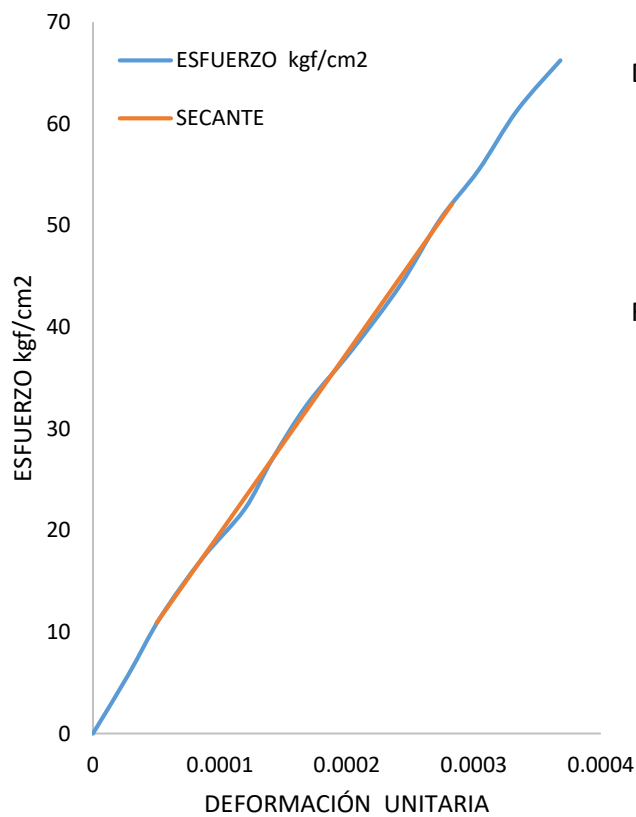
ASTM C-469

N#

E-4

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN
EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00028$$

$$\sigma_{0.00005} = 10.88 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 52.12 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

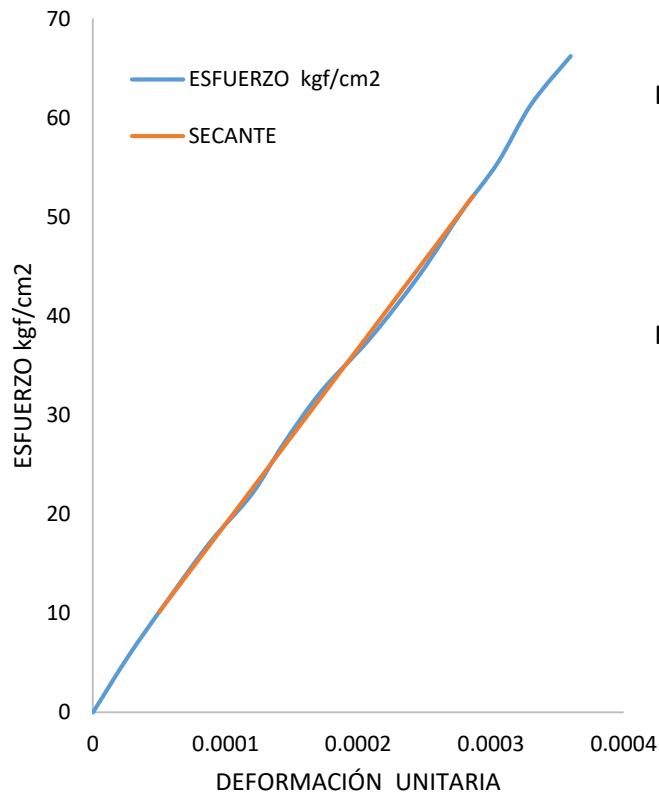
$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{52.12 - 10.88}{0.00028 - 0.00005}$$

$$= 176955.11 \frac{kg}{cm^2}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

<p>ENSAYO: NORMA: PROYECTO:</p>	<p>MÓDULO DE ELASTICIDAD ASTM C-469 DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</p>	<p>N# E-5</p>
-----------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00029$$

$$\sigma_{0.00005} = 10.12 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 52.12 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{52.12 - 10.12}{0.00029 - 0.00005}$$

$$= 177482.47 \frac{kg}{cm^2}$$



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

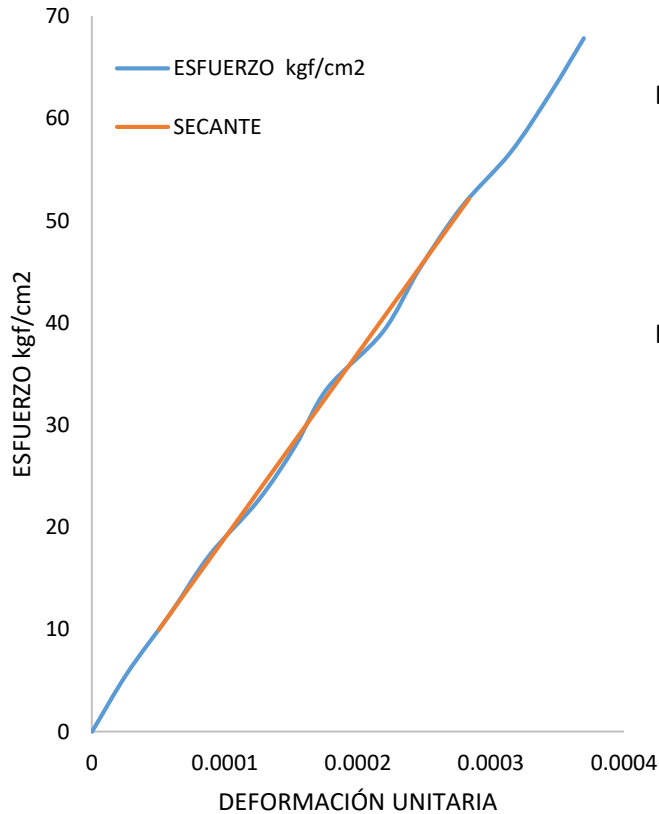
NORMA:

ASTM C-469

N# E-6

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\epsilon = 0.000050$$

$$\epsilon_{40\%} = 0.00028$$

$$\sigma_{0.00005} = 9.94 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 52.12 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\epsilon_{40\%} - \epsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{52.12 - 9.94}{0.00028 - 0.00005}$$

$$= 180650.06 \frac{kg}{cm^2}$$



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

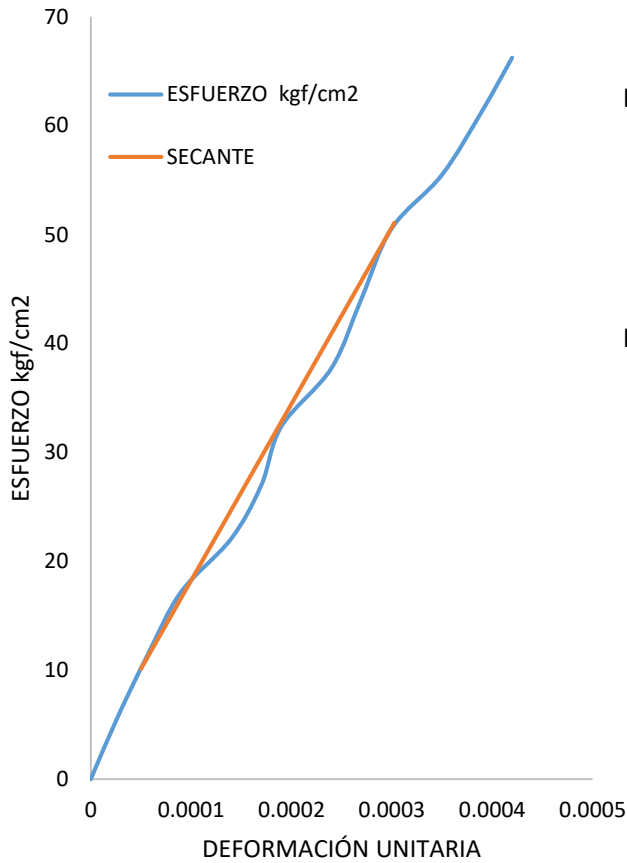
NORMA:

ASTM C-469

N# E-7

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00030$$

$$\sigma_{0.00005} = 10.12 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 51.0 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{51,07 - 10.12}{0.00030 - 0.00005}$$

$$= 162220.56 \frac{kg}{cm^2}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA:

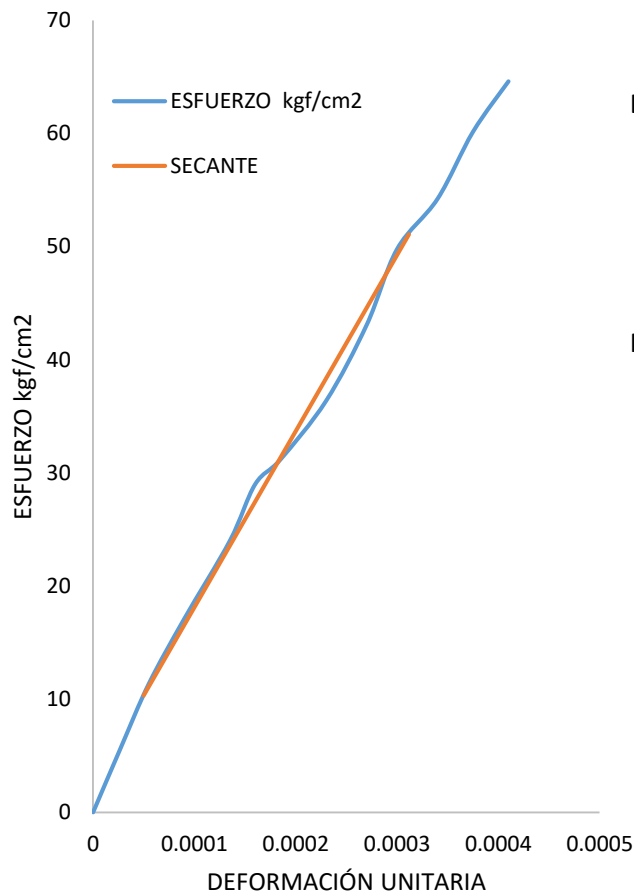
ASTM C-469

N#

E-8

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN
BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00031$$

$$\sigma_{0.00005} = 10.35 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 51.77 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

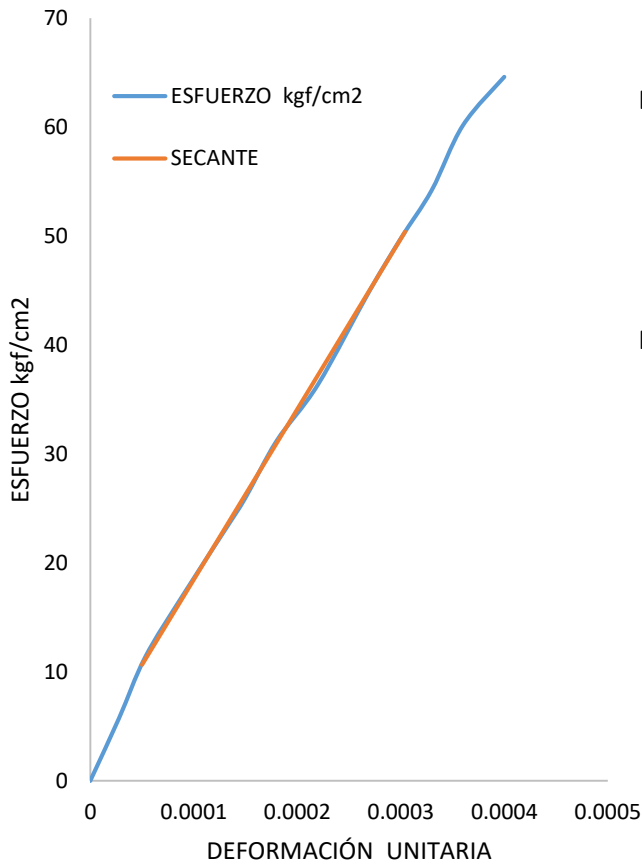
$$E_c = \frac{51.77 - 10.33}{0.00031 - 0.00005}$$

$$= 155695.03 \frac{kg}{cm^2}$$



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:	MÓDULO DE ELASTICIDAD
NORMA:	ASTM C-469 N# E-9
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\begin{aligned} \epsilon &= 0.000050 \\ \epsilon_{40\%} &= 0.00030 \\ \sigma_{0.00005} &= 10.65 \frac{kg}{cm^2} \\ \sigma_{40\%} &= 50.39 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$

FORMULA:

$$\begin{aligned} E_c &= \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\epsilon_{40\%} - \epsilon_{0.00005}} \\ E_c &= \frac{50.39 - 10.65}{0.00030 - 0.00005} \\ &= 156345.15 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA:

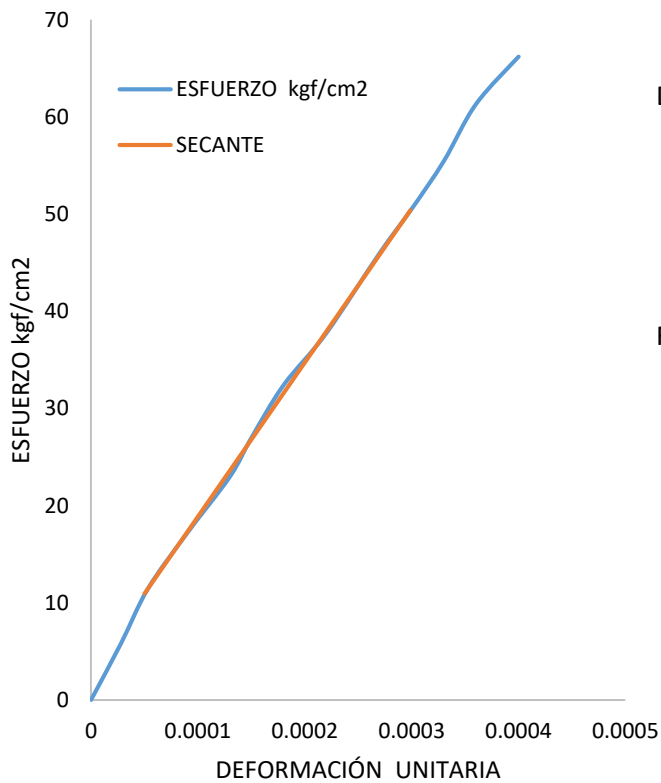
ASTM C-469

N#

E-10

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN
EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00030$$

$$\sigma_{0.00005} = 10.95 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 50.39 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{50.39 - 10.95}{0.00030 - 0.00005}$$

$$= 158230.19 \frac{kg}{cm^2}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA:

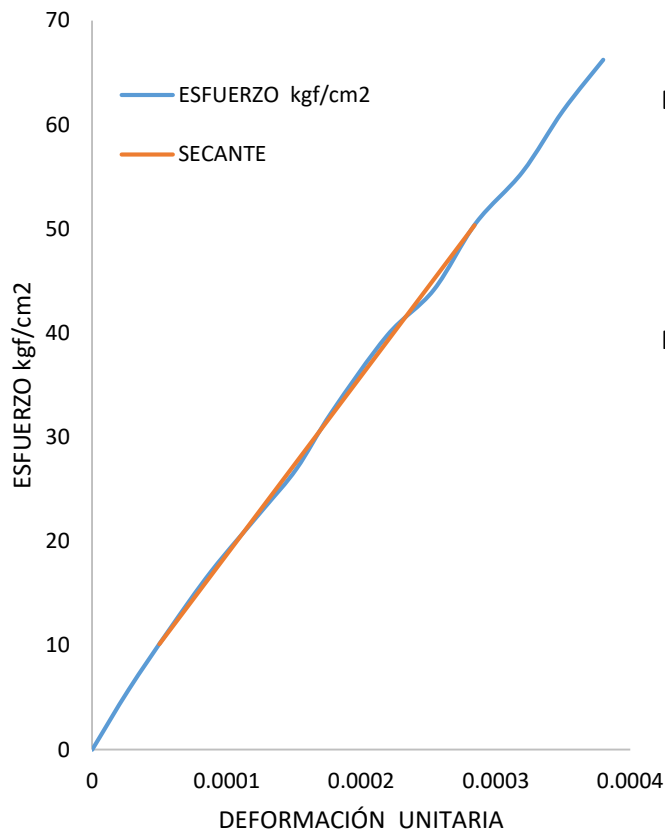
ASTM C-469

N#

E-11

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN
EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.0028$$

$$\sigma_{0.00005} = 10.12 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 50,34 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{50.34 - 10.12}{0.00028 - 0.00005}$$

$$= 171648.94 \frac{kg}{cm^2}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA:

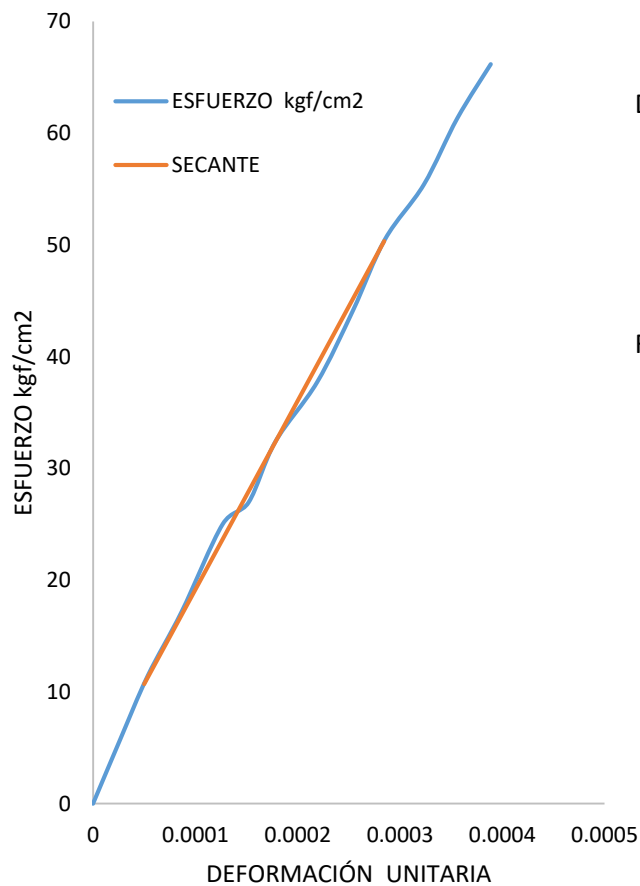
ASTM C-469

N#

E-12

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN
EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00028$$

$$\sigma_{0.00005} = 10.70 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 50.34 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{50.34 - 10.70}{0.00028 - 0.00005}$$

$$= 168936.34 \frac{kg}{cm^2}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA:

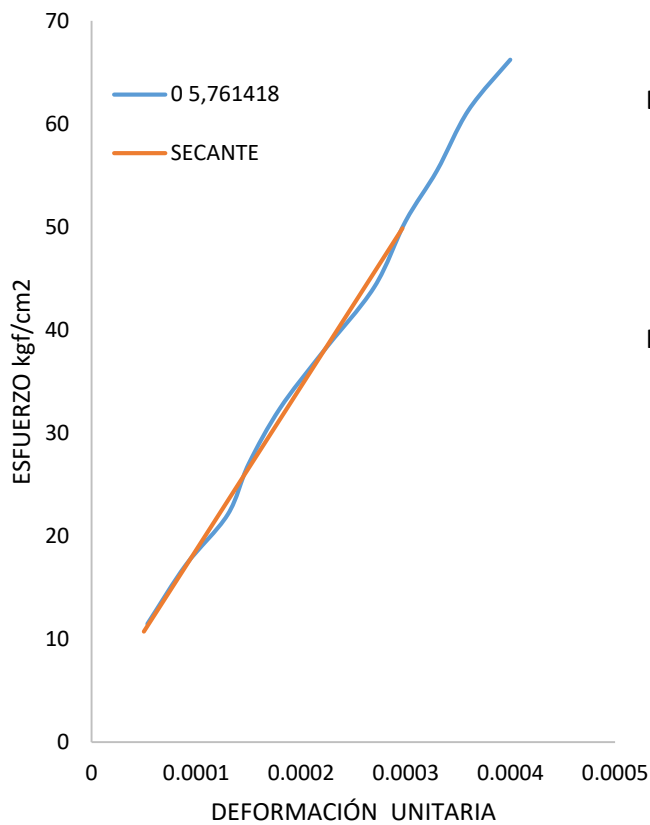
ASTM C-469

N#

E-13

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN
EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00030$$

$$\sigma_{0.00005} = 10.72 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 49.86 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

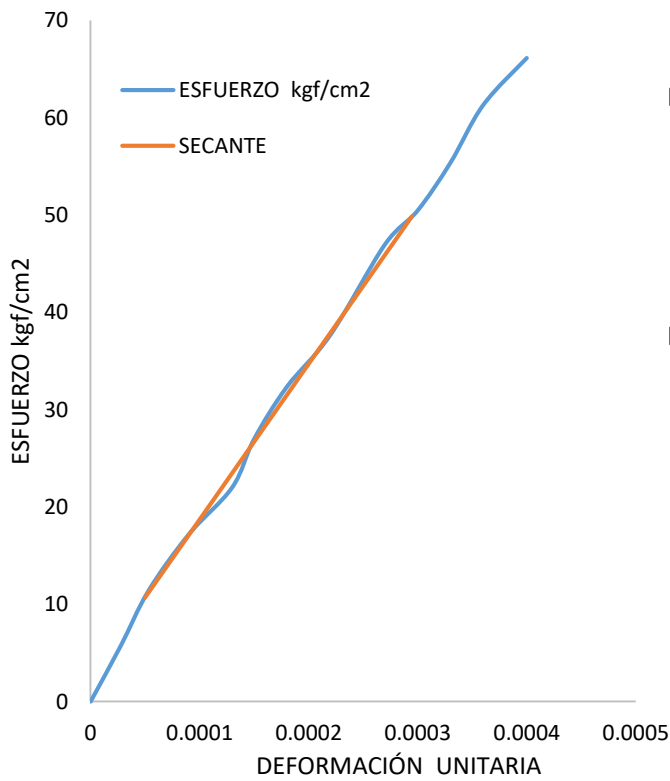
$$E_c = \frac{49.86 - 10.72}{0.00030 - 0.00005}$$

$$= 158598,09 \frac{kg}{cm^2}$$



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:	MÓDULO DE ELASTICIDAD
NORMA:	ASTM C-469 N# E-14
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00029$$

$$\sigma_{0.00005} = 10.69 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 49.86 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{49.86 - 10.69}{0.00029 - 0.00005} \frac{kg}{cm^2}$$

$$= 160086.43 \frac{kg}{cm^2}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA:

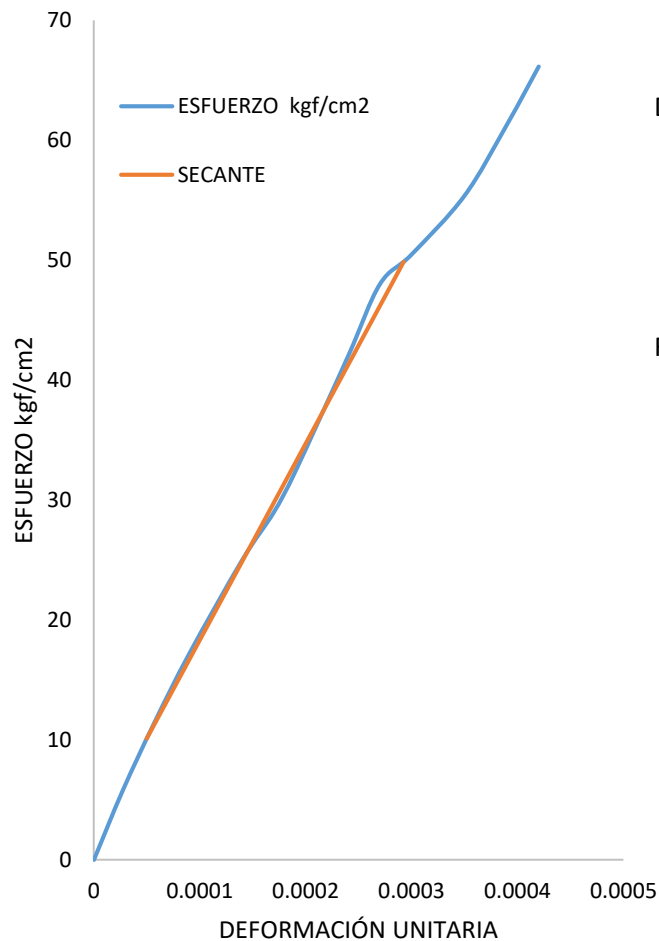
ASTM C-469

N#

E-15

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN
EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00029$$

$$\sigma_{0.00005} = 10.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 49.86 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

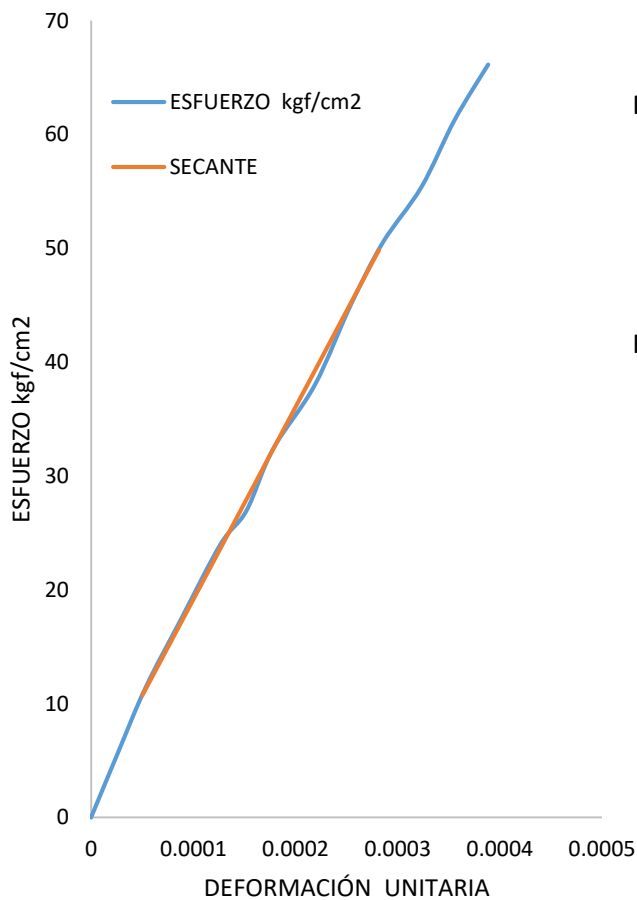
$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{49.86 - 10.09}{0.00029 - 0.00005}$$

$$= 163973.21 \frac{kg}{cm^2}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:	MÓDULO DE ELASTICIDAD		
NORMA:	ASTM C-469	N#	E-16
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00028$$

$$\sigma_{0.00005} = 10.70 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 49.86 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

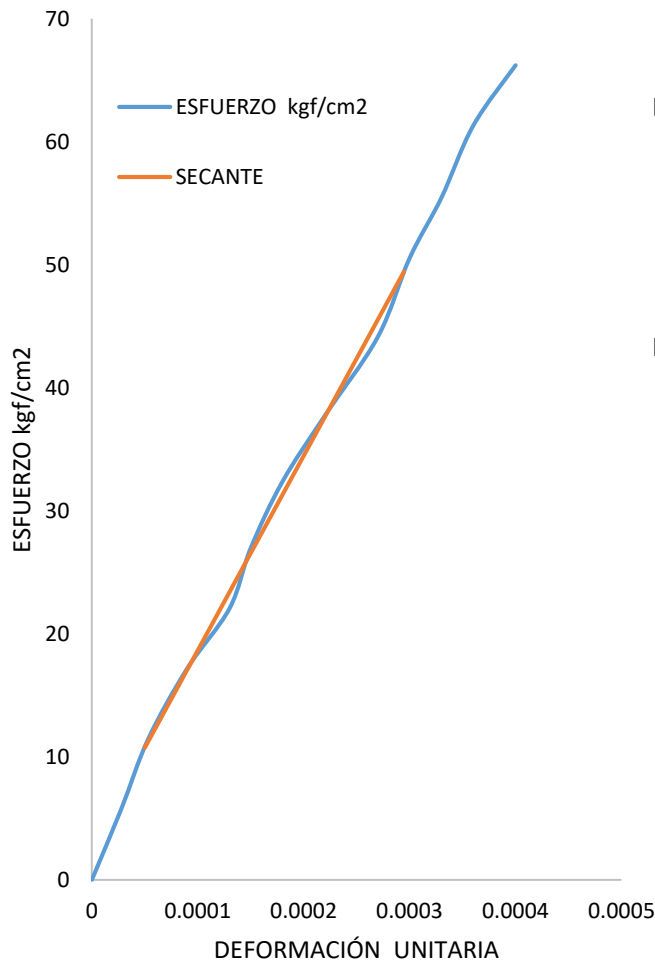
$$E_c = \frac{49.86 - 10.70}{0.00028 - 0.00005}$$

$$= 168549.39 \frac{kg}{cm^2}$$



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:	MÓDULO DE ELASTICIDAD	N#	E-17
NORMA:	ASTM C-469		
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		



DATOS:

$$\begin{aligned} \epsilon &= 0.000050 \\ \epsilon_{40\%} &= 0.00029 \\ \sigma_{0.00005} &= 10.72 \frac{kg}{cm^2} \\ \sigma_{40\%} &= 49.44 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$

FORMULA:

$$\begin{aligned} E_c &= \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\epsilon_{40\%} - \epsilon_{0.00005}} \\ E_c &= \frac{49.44 - 10.72}{0.00029 - 0.00005} \\ &= 158151.30 \frac{kg}{cm^2} \end{aligned}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA:

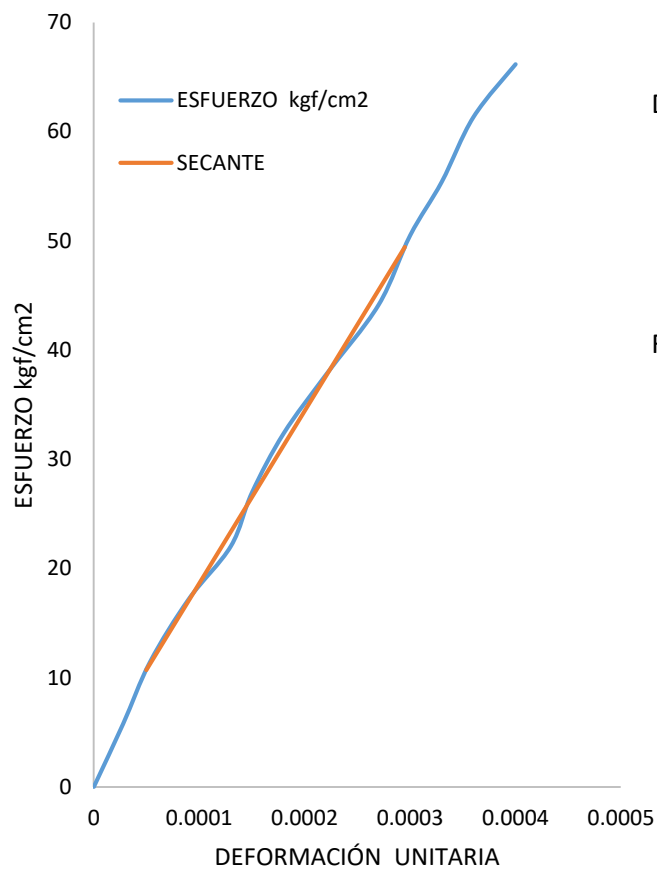
ASTM C-469

N#

E-18

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN
EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00030$$

$$\sigma_{0.00005} = 10.69 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 49.44 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0,00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0,00005}}$$

$$E_c = \frac{49.44 - 10.69}{0.00030 - 0.00005}$$

$$= 158083.31 \frac{kg}{cm^2}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA:

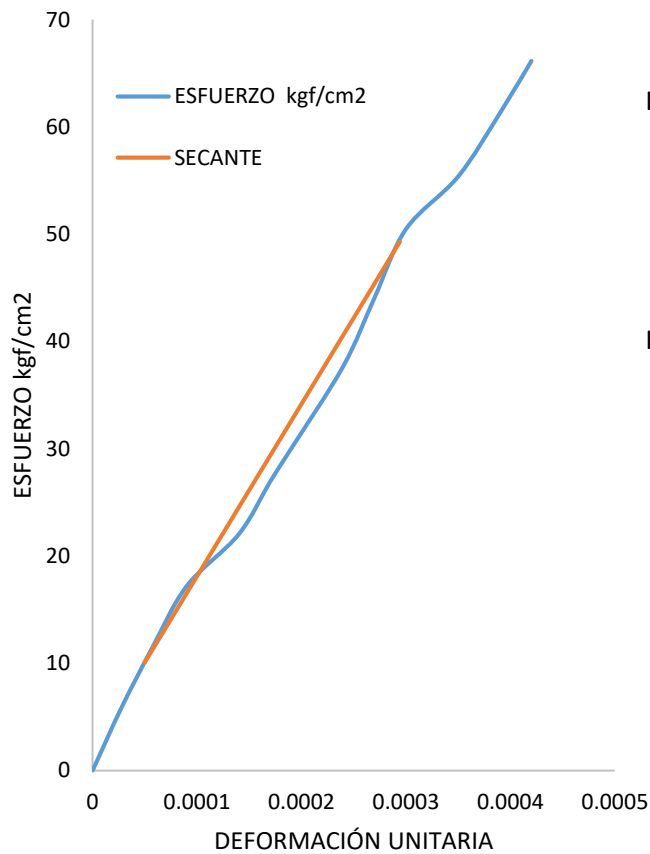
ASTM C-469

N#

E-19

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN
EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00029$$

$$\sigma_{0.00005} = 10.09 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 49.28 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{49.28 - 10.09}{0.000290 - 0.00005}$$

$$= 160373.84 \frac{kg}{cm^2}$$

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

MÓDULO DE ELASTICIDAD

NORMA:

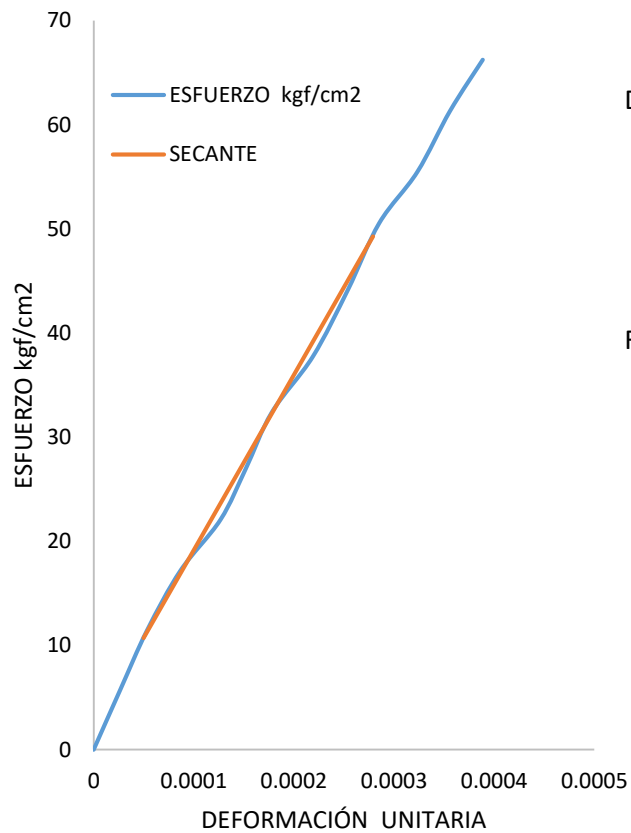
ASTM C-469

N#

E-20

PROYECTO:

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN
EN BASE A SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



DATOS:

$$\varepsilon = 0.000050$$

$$\varepsilon_{40\%} = 0.00028$$

$$\sigma_{0.00005} = 10.73 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{40\%} = 49.28 \frac{kg}{cm^2}$$

FORMULA:

$$E_c = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{0.00005}}{\varepsilon_{40\%} - \varepsilon_{0.00005}}$$

$$E_c = \frac{49.28 - 10.73}{0.00028 - 0.00005}$$

$$= 168250.32 \frac{kg}{cm^2}$$

Anexo N°4

Certificado Antiplagio

Oficio Nro. UCACUE-CAVU-UT-2020-003-AP
Azogues, 19 de agosto de 2020

Señor Ingeniero
Jorge Crespo C.
DOCENTE TUTOR UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA - SEDE AZOGUES
Su despacho.

ASUNTO: Similitud de trabajo de titulación, estudiante Lema García José Manuel.

REFERENCIA: UCCSA-JC-011-20
UCCSA-JC-012-20

Reciba un cordial y atento saludo; adjunto al presente el **Resultado de Similitud Turnitin** del trabajo de titulación: "*Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión.*", elaborado por la estudiante LEMA GARCÍA JOSÉ MANUEL, el resultado se detalla en el cuadro mostrado a continuación. El índice de similitud es del 4%, inferior al límite establecido en el reglamento de la Unidad de Titulación, resultando **APROBADO** para continuar con su proceso de titulación, en su segunda entrega.

Lema García E2			
INFORME DE ORIGINALIDAD			
4%	4%	1%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
FUENTES PRIMARIAS			
1	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet		<1%
2	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet		<1%
3	es.scribd.com Fuente de Internet		<1%

Particular que pongo a su conocimiento para fines pertinentes.

Atentamente,
DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



Ing. Cristian Arturo Vintimilla Ulloa MSc.
RESPONSABLE DE UNIDAD DE TITULACIÓN
INGENIERÍA CIVIL - SEDE AZOGUES

Anexo N°5

Permiso de autor de Tesis

PERMISO DE AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, José Manuel Lema García, portador de la cédula de identidad N° 0302711015 en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “Determinación del módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión” de conformidad a lo establecido en el artículo del Código de Economía Social de los Componentes, Creatividad e Innovación reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 114 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, 19 de ago. de 20



José Manuel Lema Gracia
CC: 0302711015

Anexo N°6

Certificado de no adeudar libros en la biblioteca

El Bibliotecario de la Sede Azogues

CERTIFICA:

Que: **LEMA GARCÍA JOSÉ MANUEL**, con cédula de ciudadanía Nro. **0302711015**, de la Carrera de: **INGENIERÍA CIVIL**

No adeuda libros, a esta fecha: **27 de julio del 2020**.



Byron Alonso Torres Romo
Bibliotecario

Biblioteca Universitaria
MONS. "FROILAN POZO QUEVEDO"