

Determinación del Módulo elástico del concreto hidráulico a la edad de 14 días, para un $f'c=150\text{kg/cm}^2$, $f'c=200\text{ kg/cm}^2$, $f'c=250\text{ kg/cm}^2$ y $f'c=300\text{ kg/cm}^2$. Con agregados pétreos del Municipio de Técpan de Galeana, Guerrero.

DELGADO-DE LA TORRE, Daniel †*, MORALES-AYALA, Leonel Salvador, CASTILLO-MONTUFAR, Jose María, PERALTA-CATALAN, Fausto Sebastian.

Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria Sur, Chilpancingo, Gro.

Recibido: Agosto, 22, 2017; Aceptado Febrero 9, 2018

Resumen

En este trabajo se analiza parte del estudio experimental en el concreto. El uso del concreto es casi ilimitado en la actualidad, aun cuando existen infinidad de materiales utilizados en la construcción, el concreto sigue siendo el más utilizado en el mundo y en nuestro país no es la excepción. La presente investigación se realiza usando materiales pétreos extraídos del banco "Corinto" ubicado en el municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero., y cemento tolteca, El cual es utilizado en la mayoría de las construcciones típicas de este lugar, con los cuales se realizaron los diseños de mezclas para determinar el módulo elástico por compresión simple, en base en la norma NMX-C-128-1997- ONNCCE. Ensayados a la edad de 14 días y utilizando especímenes de concreto hidráulico de 10 cm de diámetro x 20 cm de altura para un $f'c=150\text{kg/cm}^2$, $f'c=200\text{ kg/cm}^2$, $f'c=250\text{ kg/cm}^2$ y $f'c=300\text{ kg/cm}^2$ y analizar los resultados utilizando los criterios y especificaciones contempladas en las normas mexicanas vigentes.

Palabras clave: Agregados pétreos, $F'c = 150\text{ kg/cm}^2$, $F'c = 250\text{ Kg/cm}^2$, $F'c = 200\text{ Kg/cm}^2$, $F'c = 300\text{ Kg/cm}^2$, Módulo Elástico.

Abstract

In this paper we analyze part of the experimental study in concrete. The use of concrete is almost unlimited today, even though there are infinidad of materials used in construction, concrete remains the most used in the world and in our country is no exception. The present investigation is carried out using stone materials extracted from the bank "Corinto" used and located in the municipality of Tecpan de Galeana, Guerrero. And of Toltec cement, which is used in most of the atypical constructions of this place. With which the designs of mixtures were realized to determine the elastic modulus by simple compression, based on the norm NMX-C-128-1997- ONNCCE. Tested at the age of 14 days and using hydraulic concrete specimens of 10 cm in diameter x 20 cm in height for a $f'c = 150\text{ kg/cm}^2$, $f'c = 200\text{ kg/cm}^2$, $f'c = 250\text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 300\text{ kg/cm}^2$ and analyze the results using the criteria and specifications contemplated in the Mexican norms in force.

Keywords: Petreos aggregates, $F'c = 150\text{ kg/cm}^2$, $F'c = 250\text{ Kg/cm}^2$, $F'c = 200\text{ Kg/cm}^2$, $F'c = 300\text{ Kg/cm}^2$, Elastic Modulus.

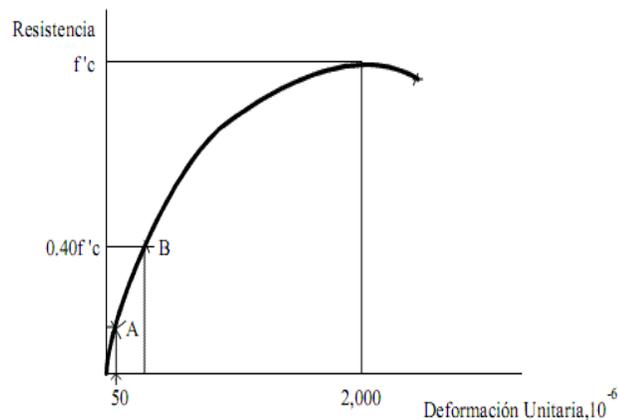
Citación: DELGADO-DE LA TORRE, Daniel †*, MORALES-AYALA, Leonel Salvador, CASTILLO-MONTUFAR, Jose María, PERALTA-CATALAN, Fausto Sebastian. Determinación del Módulo elástico del concreto hidráulico a la edad de 14 días, para un $f'c=150\text{kg/cm}^2$, $f'c=200\text{ kg/cm}^2$, $f'c=250\text{ kg/cm}^2$ y $f'c=300\text{ kg/cm}^2$. Con agregados pétreos del Municipio de Técpan de Galeana, Guerrero, 2017. Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2018- Abril 2019 Vol.4 No.5 114-124

*Correspondencia al Autor: deldaniel@hotmail.com

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En la investigación que realizamos hablamos principalmente sobre el módulo elástico del concreto hidráulico y la importancia que tiene en las edificaciones, El Módulo de Elasticidad del concreto es considerado uno de los más importantes parámetros en el diseño y construcción de estructuras de concreto hidráulico, es la parte inicial de la curva esfuerzo-deformación unitaria del concreto y aumenta con la resistencia de ella a compresión, se calcula a 0.40 de la f'_c como la pendiente secante del diagrama esfuerzo y deformación unitaria..



Gráfica 1: Esfuerzo-deformación.

El concreto no es un material eminentemente elástico, esto se puede observar fácilmente si se somete a un espécimen a esfuerzos de compresión crecientes hasta llevarlo a la falla, si para cada nivel de esfuerzo se registra la deformación unitaria del material, se podría dibujar la curva que relaciona estos parámetros.

La necesidad de contar con un concreto de buena calidad hace indispensable conocer a detalle sus componentes, ya que tanto la resistencia como la durabilidad dependen de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos, ya que por lo regular los agregados ocupan del 60% al 75% del volumen absoluto del concreto. Sin embargo, unos de los problemas que más se encuentran los ingenieros y los constructores al emplear el concreto, es que no se realizan las pruebas correspondientes a los agregados pétreos lo que ocasiona que el concreto que se desea emplear no sea el adecuado, por dicho motivo en esta investigación realizamos todas las pruebas correspondientes a los agregados pétreos del banco “Corinto” ubicado en el municipio de Técpan de Galeana Guerrero, para determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

Objetivos

Obtener el módulo elástico del concreto hidráulico elaborado con cemento de la marca tolteca y agregados pétreos del banco “Corinto” que suministra al municipio de Técpan de Galena, Guerrero. Al mismo tiempo definir las proporciones reales para diseños de mezclas de diferentes tipos de resistencias, esto con la finalidad de contribuir con un conocimiento básico al diseñador de concreto, estudiante, constructor y técnicos de la construcción, permitiendo tomar decisiones adecuadas para su elaboración.

1. Propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos

Se determinaron las características físicas del banco de material “Corinto” en estudio para poder realizar la dosificación adecuada del concreto a las resistencias un $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ obteniendo los resultados, se procedió a realizar las pruebas con forme a lo indicado en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX) correspondientes:

PRUEBAS DE LABORATORIO	NORMA DE REFERENCIA
Muestreo	NMX-C-030-ONNCCE-2004
Reducción de muestras	NMX-C-170-1997-ONNCCE
Análisis granulométrico	NMX-C-077-1997-ONNCCE
Peso volumétrico suelto	NOM-C-073-1983
Peso volumétrico compactado	NOM-C-073-1983
Peso específico seco en agregado grueso	NMX-C-164-ONNCCE-2002
Peso específico seco en agregado fino	NMX-C-165-ONNCCE-2004
Peso específico saturado superficial seco en agregado grueso	NMX-C-164-ONNCCE-2002
Peso específico saturado superficial seco en agregado grueso	NMX-C-165-ONNCCE-2004
Absorción en agregado grueso	NMX-C-164-ONNCCE-2002
Absorción en agregado fino	NMX-C-165-ONNCCE-2004

Tabla 1: Normas correspondientes a cada prueba de laboratorio

El banco en estudio corresponde a un depósito fluvial con características de rocas sedimentarias, arrastradas por la corriente de agua formando los depósitos no consolidados por la disminución de velocidades del cauce, se obtienen las rocas y el siguiente paso es transportar las de gran tamaño a la trituradora para ser procesada y así obtener la grava.

La granulometría y el tamaño máximo de los agregados son importantes debido a su efecto y comportamiento en la dosificación, trabajabilidad, porosidad, contracción del concreto, cumpliendo con el aspecto de seguridad, calidad y economía accesible para el consumidor, según el cuidado y el control en la clasificación de los agregados pétreos, así serán los resultados de resistencia, durabilidad que integrará un nuevo elemento compuesto de la obra, respetando y corroborando los rangos que estipulan las normas vigentes aplicables en el área de estudio.

Uno de los objetivos principales es identificar el módulo de finura en agregados finos, el cual no debe ser menos de 2.3 ni sobre pasar el 3.1 que es el margen adecuado para su utilización sin ninguna modificación previa, y determinar el tamaño máximo nominal para el insumo grueso.

El primer proceso se basa en la separación de los materiales en función a la porción de sus tamaños, el resultado es el siguiente:

Clasificación de tamaños en el banco		
Malla (pulg.)	Material retenido (kg)	Material retenido (%)
1"	4.26	3
N.4	136.52	96.3
pasa N.4	0.88	0.7

Tabla 2: Clasificación de la grava

Para la determinación de las propiedades físicas en laboratorio se toma una porción de la muestra y se obtuvieron los siguientes resultados:

Propiedad	Arena	Grava
Humedad (%)	2.34	1.1
Absorción (%)	3.17	1.29
Densidad kg/cm ³	2.46	2.68
P.V.S.S kg/m ³	1632.25	1413.55
P.V.V.S kg/cm ³	1729.61	1526.7
2.3 > M.F < 3.1	3	**
Impureza	Positivo	**

Tabla 3: Propiedades de los agregados

Una vez obtenidos estos resultados siendo lo que influye considerablemente en la consistencia del concreto hay que tomar en cuenta que para la resistencia está en función de la relación agua – cemento. Uno de los factores importantes para lograr la resistencia mecánica del concreto son las propiedades físicas externas de la grava.

En este caso particular se eligió un producto de tipo CPC (Cemento Portland Compuesto), con una resistencia mecánica a la compresión de 14 días (30 R), marca tolteca, siendo este el más comercial para la construcción de obras en el municipio de Técpan de Galena.

2. Diseño de concreto hidráulico

El concreto hidráulico es una masa plástica compuesto principalmente por tres materias primas con tratamiento simple (arena, grava y agua), y un componente industrializado (cemento), se pueden incluir otros más según sea la necesidad de la aplicación, el concreto en estado fresco es un material moldeable adoptando la forma del recipiente que lo contiene, optando esa forma durante el fraguado a una determinada edad para alcanzar su resistencia.

El método utilizado para la dosificación, es por volúmenes absolutos, para determinar la variabilidad en su comportamiento mecánico y poder elegir el mejor resultado. El procedimiento y el cálculo para la dosificación se realizaron los siguientes pasos: A) En consideración a que los usuarios no manejan el control de las resistencias requeridas en diferentes elementos estructurales, se elige un revenimiento de 10 ± 2 cm, B). El tamaño máximo del agregado que es de $\frac{3}{4}$ (19 mm) siendo el tamaño más identificado para los albañiles y se propia a los armados de la mayoría de las edificaciones convencionales de la región, C). El concreto que se realizó es sin aire incluido, por lo tanto el valor estimado de agua es de 205 kg/cm² y un 2% de aire D) El valor de la relación agua – cemento depende de la resistencia que se quiere conseguir a los 28 días [obteniéndose de la tabla N.16, tecnologías del concreto, M.C. Alfredo Cuevas Sandoval].

E) Determinaciones agregado grueso en función al producto de P.V.V.S. con el valor del volumen unitario del concreto, varía en función del M.F. determinado del banco. [Tabla N.17, tecnologías del concreto, M.C. Alfredo Cuevas Sandoval obteniendo las siguientes proporciones para cada diseño:

	consumo por bulto de cemento de 50 Kg			
	(proporcion volumetrica)			
	resistencia a la compresion (Kg/cm2)			
	f'c= 150 pisos firmes banquetas	f'c= 200 daldas castillos cadenas	f'c= 250 zapatas losas trabes	f'c= 300 columnas y losas especiales
Cemento (saco)	1	1	1	1
Arena (bote)	6 1/2	5 1/2	4 1/2	4
Grava (bote)	7 1/2	6 1/2	6	5
Agua (bote)	2 1/2	2	2	1 1/2

Tabla 4: Proporciones de los materiales para diferentes $f'c=150\text{kg/cm}^2$, $f'c=200\text{ kg/cm}^2$, $f'c=250\text{ kg/cm}^2$ y $f'c=300\text{ kg/cm}^2$

3. Elaboración del concreto

Para la elaboración del concreto se siguieron las indicaciones apropiadas indicadas en referencia a la norma Mexicana NMX-C-160ONNCCE-2004 (elaboración y curado de especímenes de concreto) y la NMX-C-403-ONNCCE-1999 (concreto hidráulico para uso estructural).

La reacción química se origina al momento en que se añade el agua a los elementos solidos, principalmente el cementante, mediante un control adecuado formando un apasta que envuelve los agregados gruesos y finos, obteniendo un concreto homogéneo, en el proceso se manifiesta inicialmente el desprendimiento del calor, el cual va mermando en función a la gradual rigidez hasta alcanzar la resistencia deseada, cabe señalar que el concreto tiene un ciclo de vida útil, por tanto es proporcional al mantenimiento adecuado que se le brinde.

La resistencia del concreto convencional depende principalmente a la resistencia de la pasta e importancia de la resistencia y textura de los agregados pétreos que lo integran. El diseño de una mezcla de concreto hidráulico se realiza en función a una determinada resistencia mecánica necesaria y a una edad específica, para este estudio la madurez fue temprana, a 14 días, considerando que en este lapso el concreto normalmente adquiere del 75 al 85 % de su resistencia potencial, siendo referencia a las obras de la región de Técpan.

El diseño determinado fue sometido a pruebas en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingenieria incorporado a la Universidad Autónoma de Guerrero.

En referencia a las normas, se realizaron los procedimientos y cuidados necesarios, se realizaron 18 especímenes por cada diseño de mezcla ($f'c = 150\text{ kg/cm}^2$, $f'c= 200\text{ kg/cm}^2$, $f'c=250\text{ kg/cm}^2$ y $f'c= 300\text{ kg/cm}^2$) siendo en total 72 especímenes de 10X 20 cm.



Figura 1: Materiales al momento de realizar la mezcla.

Uno de los factores primordiales fue el control de la consistencia por medio del revenimiento, para obtener una buena consolidación y distribución de las partículas, se sometió a un varillado en tres capas equitativas con la varilla punta de bala dando 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie, de igual manera con un mazo de goma se dan 12 golpes distribuidos por cada capa para reacomodo del material, para evitar la pérdida de humedad por evaporación, se protegió con plástico hermético por 24 horas, concluido ese tiempo se procedió a realizar el descimbrado, se observaron superficies uniformes sin cavidades o segregación, la reducción de la altura por efecto a la contracción.



Metodología a desarrollar

En la presente investigación se empleó la metodología siguiente:

Se determinó la elección del banco de materiales con mayor suministro al municipio de Técpan de Galeana, se trasladaron estos agregados al laboratorio de la Facultad de Ingeniería (UAGro.) en el cual se llevaron a cabo las pruebas físicas y mecánicas de los agregados pétreos de acuerdo a las normas NMX-C-111-ONNCCE-2014.

Se realizó el diseño de mezclas de concreto hidráulico para un $f'c=150\text{kg/cm}^2$, $f'c=200\text{ kg/cm}^2$, $f'c=250\text{ kg/cm}^2$ y $f'c=300\text{ kg/cm}^2$. El método que se utilizó para el diseño de mezclas es uno de los más utilizados a nivel internacional y es el método de volúmenes absolutos, del comité ACI-211-02.

El concreto que se utilizó es para condiciones controladas de laboratorio, y fueron ensayados a compresión simple para la obtención del módulo elástico a través del esfuerzo y deformación por medio de micrómetros que miden la deformación con precisión de 0.0001 mm. Se elaboraron 18 especímenes de concreto 10 x 20 cm de cada una de las resistencias planteadas para esta investigación tomando como referencia la norma NMX-C-403-ONNCE de 1999, a la compresión a los 14 días (edades tempranas) de $f'c=150\text{kg/cm}^2$, $f'c=200\text{ kg/cm}^2$, $f'c=250\text{ kg/cm}^2$ y $f'c=300\text{ kg/cm}^2$.

Preparación y acondicionamiento de las muestras.

Medición de especímenes. El diámetro y la altura se determinan con el promedio de dos lecturas registrándose con una exactitud de 1 mm, como lo indica la NMX-C-083 para especímenes normales (Estándar) [NMX-C-128-1997-ONNCCE) CITADO PAG.71 DE LA NORMA: Concreto sometido a presión determinación del módulo de elasticidad estático y relación de Poisson NMX-C-128-1997-ONNCCE]



Figura 3: Preparación del cilindro de concreto con anillos y micrometros para medir la deformación.

Los especímenes deben elaborarse y curarse de acuerdo a los procedimientos descritos en la NMX-C-159 o en la NMX-C-160. La edad de prueba podrá ser de 14 o 28 días dependiendo del tipo de concreto o la edad en que se requiera conocer el módulo de elasticidad. [NMX-C-128-1997-ONNCCE) PAG.71 DE LA NORMA Concreto sometido a presión Determinación del Módulo de elasticidad estática y relación de Poisson NMX-C-128-1997-ONNCCE]



Figura 4: Aplicación de carga axial y lectura de deformación.

Número de especímenes cilíndricos moldeados. Para obtener el módulo de elasticidad del concreto, dispusimos de 18 especímenes por cada resistencia de $f'c=150\text{kg/cm}^2$, $f'c=200\text{ kg/cm}^2$, $f'c=250\text{ kg/cm}^2$ y $f'c=300\text{ kg/cm}^2$, 3 de ellos se ensayaron a compresión simple, de acuerdo a lo indicado en la NMX-C-083 con el objeto de conocer el esfuerzo máximo del concreto en condiciones normales (Estándar) de ensaye a los 14 días de edad; en 15 restantes se determinó el módulo de elasticidad.

Resultados

Se realizó el ensayo a compresión simple de 3 especímenes de concreto de cada una de las resistencias diseñadas (C-1, C-2, C-3) con el objetivo de obtener un promedio de la carga máxima resistida de acuerdo a la norma antes citada, para tomar en consideración no llegar a la falla para no dañar los anillos y micrómetros utilizados, reduciendo a un 10% la carga en

Resistencias F' C	Carga axial máxima (Kg)	Carga axial reducida (Kg)
F' C = 150 Kg/Cm ²	11 000	10 000
F' C = 200 Kg/Cm ²	14 000	12 000
F' C = 250 Kg/Cm ²	17 000	16 000
F' C = 300 Kg/Cm ²	21 000	20 000

consideración al F' C diseñado.

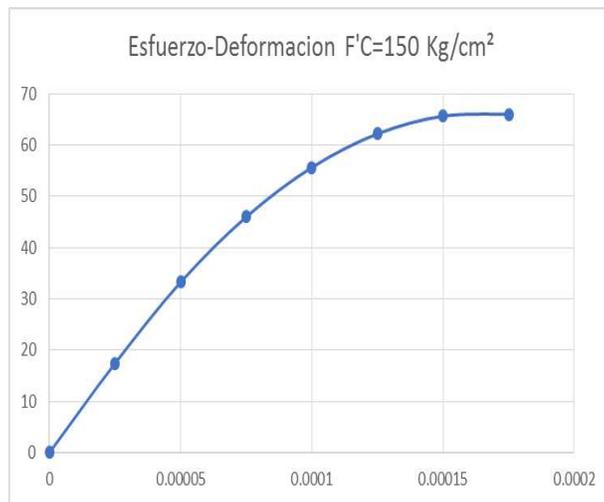
Tabla 5: Resistencias máximas alcanzadas a los 14 días.

Módulo elástico

Para la determinación del módulo elástico fue mediante las probetas de concreto, los cuales se instrumentaron con dos micrómetros para determinar la deformación longitudinal, se evaluó mediante la pendiente de la secante en la gráfica esfuerzo-deformación, considerando el 40 % del esfuerzo al cual fueron sometidos correspondientemente, obteniendo de cada espécimen su curva del módulo elástico para así poder hacer un promedio de cada una de las resistencias.

ESFUERZO- DEFORMACIÓN f' c= 150 kg/cm ² (CURVA PROMEDIO)	
ϵ	σ
0	0
0.000025	17.447875
0.00005	33.2685
0.000075	45.997875
0.0001	55.636
0.000125	62.182875
0.00015	65.6385
0.000175	66.002875
0.0002	63.276
f' c(0.00005)=	33.269 kg/cm ²
0.4f' c=	26.401 kg/cm ²
$\epsilon_{0.4f'c} =$	3.96789E-05 mm/mm
MÓDULO ELÁSTICO=	665370.000 kg/cm ²

Tabla 6: Obtención del módulo elástico (F' C=150kg/cm²)



Gráfica 2: Esfuerzo- deformación (F' C=150kg/cm²)

ESFUERZO- DEFORMACIÓN $f'c=200$ kg/cm ² (CURVA PROMEDIO)	
ϵ	σ
0	0
0.000025	24.74685938
0.00005	45.456875
0.000075	63.86870313
0.0001	80.337
0.000125	95.21642188
0.00015	108.861625
0.000175	121.6272656
0.0002	133.868
0.000225	145.9384844
$f'c(0.00005)=$	45.457 kg/cm ²
$0.4f'c=$	58.375 kg/cm ²
$\epsilon 0.4f'c=$	6.85493E-05 mm/mm
MÓDULO ELÁSTICO=	696442.598 kg/cm ²

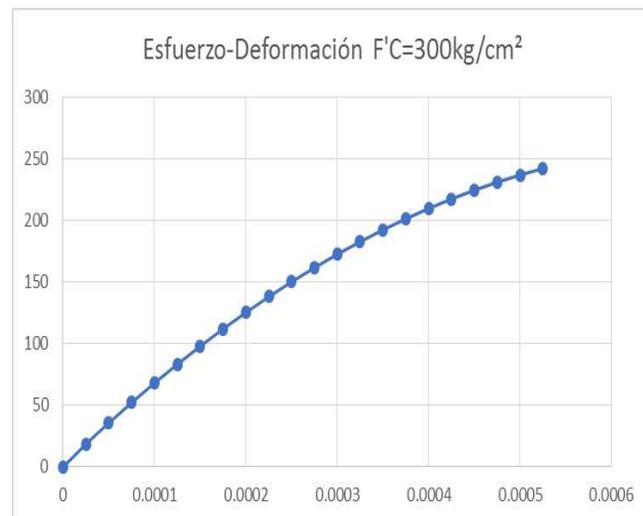
Tabla 7: Obtención del módulo elástico
($F'C=200\text{kg/cm}^2$)

ESFUERZO- DEFORMACIÓN $f'c=250$ kg/cm ² (CURVA PROMEDIO)	
ϵ	σ
0	0
0.000025	15.76607813
0.00005	30.921125
0.000075	46.27035938
0.0001	61.179
0.000125	75.01226563
0.00015	87.135375
0.000175	96.91354688
0.0002	103.712
0.000225	106.8959531
0.00025	105.830625
$f'c(0.00005)=$	30.921 kg/cm ²
$0.4f'c=$	42.758 kg/cm ²
$\epsilon 0.4f'c=$	6.93074E-05 mm/mm
MÓDULO ELÁSTICO=	613094.069 kg/cm ²

Tabla 8: Obtención del módulo elástico
($F'C=250\text{kg/cm}^2$)



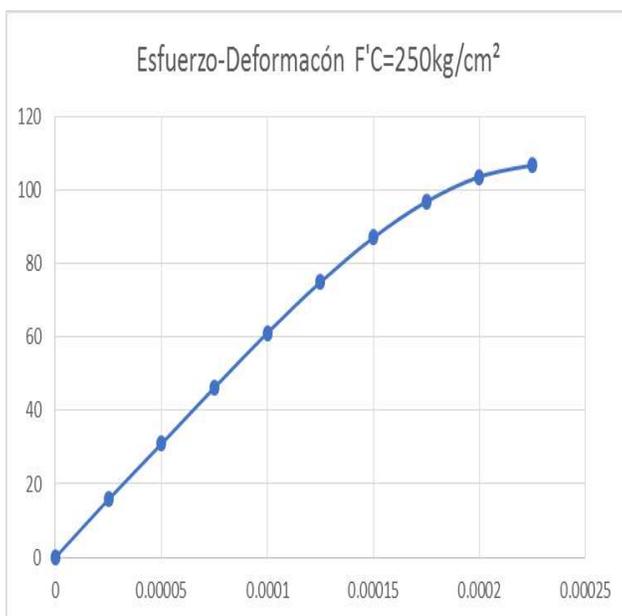
Gráfica 3: Esfuerzo-deformación ($F'C=200\text{kg/cm}^2$)



Gráfica 4: Esfuerzo-deformación ($F'C=250\text{kg/cm}^2$)

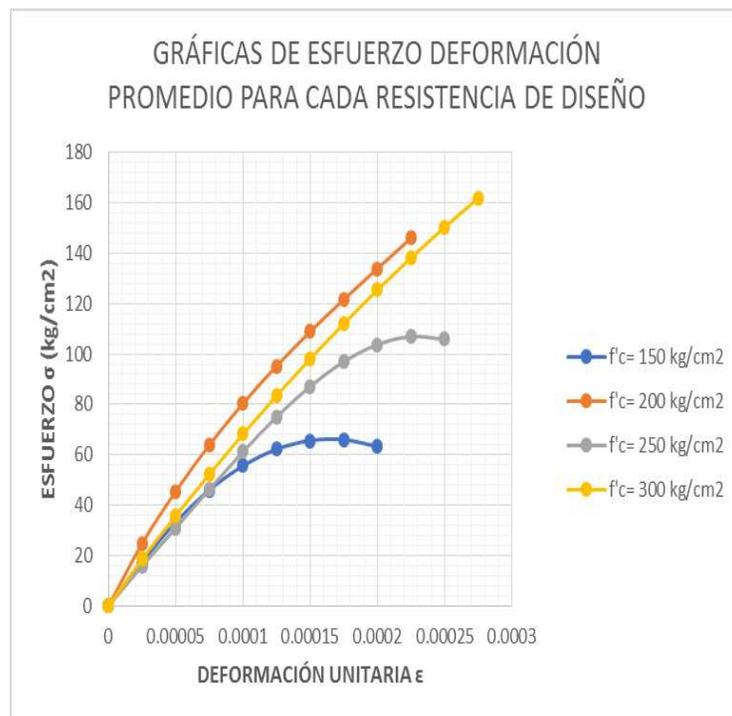
ESFUERZO- DEFORMACIÓN $f'c=300$ kg/cm ² (CURVA PROMEDIO)	
ϵ	σ
0	0
0.000025	18.6238
0.00005	35.7633
0.000075	52.2758
0.0001	68.1613
0.000125	83.4198
0.00015	98.0513
0.000175	112.0558
0.0002	125.4333
0.000225	138.1838
0.00025	150.3073
0.000275	161.8038
$f'c(0.00005)=$	35.763 kg/cm ²
$0.4f'c=$	64.722 kg/cm ²
$\epsilon_{0.4f'c}=$	9.49535E-05 mm/mm
MÓDULO ELÁSTICO=	644182.075 kg/cm ²

Tabla 9: Obtención del módulo elástico
($F'c=300\text{kg/cm}^2$)



Gráfica 5: Esfuerzo-deformación ($F'c=300\text{kg/cm}^2$)

En las graficas esfuerzo-deformación promedio se aprecia la tendencia a la deformación y al comportamiento de cada una de las probetas ensayadas al momento que se les aplica carga axial.



Gráfica 5: Esfuerzo-deformación promedio para cada resistencia de diseño.

Conclusiones

Los valores estimados del módulo elástico del concreto a edades tempranas (14 días) dependerá de los materiales empleados, que en esta investigación corresponde a Técpan de Galeana, ubicado en la región de la Costa Grande del estado de Guerrero, los cuales provienen del “rio Técpan” el cual suministra a todas las casas de materiales del lugar. Los análisis granulométricos de los agregados nos ayudaron a obtener proporciones reales de campo y los resultados estadísticos del módulo elástico del concreto para diferentes $f'c$ de diseño, los cuales sobrepasan la Elasticidad del Concreto (EC) que marcan las Normas Técnicas Complementarias (NTC) dichos resultados deben tomarse con reserva por que son del orden: $680,906.299 \text{ kg/cm}^2$ ($f'c=150\text{kg/cm}^2$ y $f'c=200\text{kg/cm}^2$) y del otro orden:

$628,638.072 \text{ kg/cm}^2$ ($f'c=250\text{kg/cm}^2$ y $f'c=300\text{kg/cm}^2$), a resistencia menor el módulo elástico fue mayor en comparación con $f'c \geq 250 \text{ kg/cm}^2$.

Referencias

Estimación del módulo de elasticidad del concreto y del mortero mediante tcm
autor: ing. rodrigo quimbay herrera,
msc.

Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto pág.23 (en conclusión).

Determinación del Módulo de elasticidad estático y relación de Poisson NMX-C-128-1997- ONNCCE

Concreto sometido a presión Determinación del Módulo de elasticidad estático y relación de Poisson NMX-C-128-1997-ONNCCE.

Tecnología del concreto, agregados pétreos.
Autor: M en C. Alfredo Cuevas Sandoval.

Comparativo Mecánico de bancos pétreos para el municipio de Malinaltepec.

Autor: Domingo Palacios Jerónimo.

Variación de la resistencia a compresión y módulo de elasticidad del concreto ante diferentes condiciones de cabeceo de probetas. Autor: Hector Alonso Rojas.