



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y TRACCIÓN DEL  
CONCRETO  $f'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ , SUSTITUYENDO AL  
CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO  
CAÑA DE AZÚCAR – 2018”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

QUEVEDO CASTILLO VICTOR GABRIEL

**ASESOR**

MGTR . MIGUEL ÁNGEL, SOLAR JARA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2018**

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) QUEVEDO CASTILLO, VICTOR GABRIEL cuyo título es: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y TRACCIÓN DEL CONCRETO  $f'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ , SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% y 11%, DE CENIZA DE BAGAZO CAÑA DE AZÚCAR - 2018.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: ..12...(número) DOCE.....(letras).

Chimbote, martes, 11 de diciembre de 2018



.....  
Dr. CERNA CHAVEZ RIGOBERTO  
PRESIDENTE



.....  
Mgtr. SOLAR JARA MIGUEL ANGEL  
SECRETARIO



.....  
Mgtr. DIAZ GARCIA GONZALO HUGO  
VOCAL

Elaboró	Dirección de	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de	Aprobó	Rectorado
---------	--------------	--------	--	--------	-----------

## **DEDICATORIA**

### **A mis Padres.**

Eduardo, Cotty por haberme apoyado en todo momento, por aconsejarme para tomar las mejores decisiones, por los valores y por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

### **A mi hermana**

Rosy por haberme sido mi fuente de inspiración para cumplir mis metas, y por sobre todo por su amor incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

### **A Dios,**

Por brindarme salud y  
fortaleza en todo  
momento, y permitirme  
realizar este proyecto.

### **A mi Familia**

A mi familia por su apoyo incondicional, su esfuerzo y motivación que siempre me han brindado; a mis abuelitos por siempre creer en mí y sus consejos diarios, de igual manera mis tíos y tías quienes de una u otra manera siempre estuvieron presentes en mi vida académica, y por últimos mis pequeños hermanos por su inmenso amor.

### **A mis docentes académicos**

Por los conocimientos brindados durante 5 años, por su paciencia para enseñarme y motivarme a realizar este proyecto de tesis

#### **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Victor Gabriel Quevedo Castillo, con DNI: 43991268 estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada "Resistencia A La Compresión Y Tracción Del Concreto F'C=210kg/Cm<sup>2</sup>, Sustituyendo Al Cemento Con 7%, 9% Y 11% De Ceniza De Bagazo Caña De Azúcar – 2018" declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo. chimbote, 11 de diciembre del 2018



---

Victor Gabriel Quevedo Castillo  
DNI N°43991268

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado: Cumpliendo con las disposiciones vigentes establecidas por el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, someto a vuestro criterio profesional la evaluación del presente trabajo de investigación titulado: “Resistencia a la Compresión y Tracción del Concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ , Sustituyendo al cemento con 7%, 9% y 11 % de Ceniza de Bagazo Caña de Azúcar – 2018”.

En el primer capítulo se desarrolla la Introducción que abarca la realidad problemática, antecedentes, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación y objetivos de la presente tesis de investigación.

En el segundo capítulo se describe la metodología de la investigación, es decir el diseño de la investigación, variable y su operacionalización, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos que se empleó y su validez y confiabilidad realizada por tres jueces expertos en mesa.

En el tercer capítulo se expondrán los resultados obtenidos de la evaluación realizada para dar solución al problema presentado.

En el cuarto capítulo, se discutirá los resultados llegando a conclusiones objetivas y recomendaciones para las futuras investigaciones.

Asimismo, el presente estudio es elaborado con el propósito de obtener el título profesional de ingeniero civil.

Con la convicción que se me otorga el valor justo y mostrando apertura a sus observaciones, agradezco por anticipado las sugerencias y apreciaciones que se brinden a la presente investigación.

## ÍNDICE

PAGINA DEL JURADO .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	11
1.2. TRABAJOS PREVIOS.....	12
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA .....	14
1.3.1. Puzolana.....	14
1.3.2. Caña de azúcar .....	21
1.3.3. Concreto .....	23
1.3.4. Ensayo del Concreto Estado Endurecido.....	31
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	32
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	32
1.6. HIPÓTESIS .....	33
1.7. OBJETIVOS .....	33
1.7.1. Objetivo General .....	33
1.7.2. Objetivo Específico .....	33
II. MÉTODO .....	34
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	34
2.1.1. Diseño de Investigación.....	35
2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN .....	35
2.2.1. Operacionalización de variables .....	35
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	38
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	39

2.5.	MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	50
2.6.	ASPECTOS ÉTICOS .....	50
III.	RESULTADOS.....	50
IV.	DISCUSIÓN.....	86
V.	CONCLUSIONES .....	89
VI.	RECOMENDACIONES.....	91
VII.	REFERENCIA .....	92
VIII.	ANEXOS	94
8.1.	MATRIZ DE COSISTENCIA.....	95
8.2.	NORMAS TECNICAS .....	98
8.3.	INSTRUMENTOS VALIDADOS.....	199
8.4.	CUADRO DE RESISTENCIA A COMPRESION .....	257
8.5.	CUADRO DE RESINTECIA A TRACCION .....	260
8.6.	PANEL FOTOGRÁFICO .....	263
8.7.	PLANO.....	268
8.8.	ANEXO: ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS	270
8.9.	ANEXO: FORMULARIO DE AUTORIZACION PUBLICACION ELECTRONICA DE LA TESIS.....	272
9.10.	AUTORIZACION DE VERSION FINAL DE TRABAJO DE INVESTIGACION .....	273

## Resumen

La presente investigación se llevó a cabo en la ciudad de Chimbote – Perú, donde se determinó las propiedades mecánicas del concreto en la resistencia a la compresión y tracción al concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , con respecto al sustituir al cemento portland por cantidades de ceniza de bagazo de caña de azúcar.

La resistencia a compresión y tracción fue evaluada mediante la elaboración de especímenes de concreto ensayados a las edades de 7, 14 y 28 días; Para dar inicio a la investigación se determinó las propiedades de los agregados, según las especificaciones de ASTM / NTP, que establece los requisitos mínimos en la elaboración concreto, como también se realizó los ensayos en la resistencia a la compresión y tracción del concreto (ASTM C39 /ASTM 439). La metodología de la investigación consistió en elaborar un diseño de mezcla siguiendo las especificaciones del comité ACI 211, con una resistencia requerida de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  para diseño patrón; Después se elaboró 3 diseños experimentales de 7%, 9 % y 11% de ceniza de bagazo de caña de azúcar que fueron calcinadas a  $300 \text{ C}^\circ$  en la sustitución por el peso del cemento Portland tipo I

Los resultados de muestran que la ceniza de bagazo de caña de azúcar si influye positivamente al sustituir al cemento Portland tipo I, con dosificación del 9% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, donde se alcanzó una resistencia a la compresión mayor de  $f'c = 238.86 \text{ kg/cm}^2$  incrementándose en 3.42 %, con respecto al patrón, como también en la resistencia a la tracción con la dosificación de 9 % se obtiene un aumento en el módulo de rotura promedio de  $22.12 \text{ kg/cm}^2$  dando un incremento de 1.63 %, con respecto al patrón, por lo cual los porcentajes se relaciona y favorece en el aumento a la resistencia compresión y tracción del concreto.

**Palabras clave:** resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, ceniza de bagazo de caña de azúcar,

## Abstract

The present investigation was carried out in the city of Chimbote - Peru, where the mechanical properties of the concrete in the compressive and tensile strength of concrete  $f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$  were determined, with respect to replacing portland cement with amounts of sugarcane bagasse ash.

The compressive and tensile strength was evaluated by preparing concrete specimens tested at the ages of 7, 14 and 28 days; To initiate the investigation the properties of the aggregates were determined, according to the specifications of ASTM / NTP, which establishes the minimum requirements in the concrete elaboration, as well as the tests on the compression and tensile strength of the concrete (ASTM) C39 / ASTM 439). The research methodology consisted of developing a mix design following the specifications of the ACI 211 committee, with a required resistance of  $f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$  for standard design; Then 3 experimental designs of 7%, 9% and 11% of sugarcane bagasse ash were elaborated that were calcined at  $300^\circ \text{ C}$  in the substitution for the weight of Portland cement type I

The results show that sugarcane bagasse ash does have a positive influence when replacing Portland cement type I, with a 9% dosage of sugarcane bagasse ash, where a compressive strength greater than  $f'$  was reached  $c = 238.86 \text{ kg / cm}^2$  increasing in 3.42%, with respect to the pattern, as well as in tensile strength with the dosage of 9% an increase in the average breaking modulus of  $22.12 \text{ kg / cm}^2$  is obtained giving an increase of 1.63 %, with respect to the pattern, whereby the percentages are related and favors the increase in compression and tensile strength of concrete.

Keywords: compression resistance, tensile strength, sugar cane bagasse ash.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

El concreto es un material de mayor uso en la industria de la construcción, porque se puede moldearse en varias formas y texturas que se utilizan en diferentes tipos de estructuras, Actualmente en el sector de la construcción hay un interés en buscar nuevas formas de producir concretos con mejores desempeños que sean económicos, trabajables y ecológicos. El problema del cemento Portland, según las investigaciones en su proceso de combustión con temperaturas a más de 1.400 °C, liberan gran cantidad de dióxido de carbono que se emiten a la atmósfera, En los últimos años han logrado avances tecnológicos para mejorar y proteger el medio ambiente, con el aprovechamiento del material reciclado y la gestión de los residuos. (Borràs, 2014, p. 12).

Frente la problemática, se proyecta optimizar o mejorar las propiedades mecánicas del concreto con la aplicación de materiales de puzolana, que sean amigables para el medio ambiente y a su vez que reduzca las cantidades de cemento, En muchos lugares del Perú se cultiva la caña de azúcar siendo el bagazo un desechos de la fabricación del azúcar, En la ciudad de Chimbote los Ingenios azucareros lo utiliza como combustible para las calderas. Bagazo de caña es un material fibroso cuando es calcinado adquiere un residuo mineral con grandes cantidades de sílice y alúmina. La necesidad de incorporar consiste en el desarrollo de nuevas propiedades más resistente, con alta condiciones de durar en el tiempo y como también q favorezca en la disminución de emisión de contaminantes.

## **1.2. Trabajos previos**

### **Internacional**

Según, Tórrez Rivas, Gaitán Arévalo, Espinoza Pérez, Escalante García, (2014), quienes realizaron una investigación “Valorización de ceniza de bágazo de caña de la industria ázucarera Nicaragüense sustituto parcial al cement0 Portland”, publicada por la Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua, realizaron en su proyecto en análisis de DRX ala muestra de ceniza de bagaz0 caña de azúcar y obtuvieron un resultado de 62.33% de sílice. En la elaboración de concreto ellos sustituyeron al cemento con cbca con 15% del peso del cemento. Asimismo indican que el proceso ideal de molienda de las cenizas es de 20 minutos que es muy importante, porque proporciona uniformidad en la granulométrica y en el tamaño. (Rivas, Arévalo, Pérez, García, 2014, p. 88)

### **Nacionales**

Según, Geoffrey Jiménez Chávez, (2016), en el proyecto de invéstigación “Resistencia a la Compresión Del Concreto F’C = 210 Kg/Cm2 con la Adición de Diferentes P0rcentajes de Ceniza de Bagaz0 de Caña de Azúcar”, publicada por la Universidad Privada del Norte, concluyo en dus resultados de los ensayo a compresión con diferentes porcentajes de 8%, 10% y 12 % de cenizas de bagaz0 de caña de azucar que fueron elaboradas por el método del ACI del concreto f’c=210 Kg/cm2, en los resultados del concreto a los 28 días con la adición al 10 % de cbca obtuvieron alta resistenciã de 245.31 Kg/cm2. (Jiménez, 2016, p. 85)

## **Local**

Según, Polo López Carlos Guillermo, Lucho Ortiz José Luis David, (2016), quienes realizaron una investigación “Resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ” por adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar”, publicada por la Universidad Privada San Pedro, concluyeron en sus resultados cuando se adiciona cantidades de desde 0.00% hasta el 6.00% de ceniza de bagazo de caña azucar a un concreto  $f'c: 210\text{kg/cm}^2$  para determinar la variación en la resistencia a la compresión. Se realizaron pruebas mecánicas y químicas en los diseños experimentales y así determinar sus características que el 6.00% mejorando las propiedades de la durabilidad y la resistencias. Asimismo concluyo que las cenizas de bagazo contribuyen a disminuir el impacto ambiental (Carlos, José, 2016, p. 3)

## **Artículo Científico**

Según; Soria Santamaría, Francisco. (1983) del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Consejo Superior de Investigación Científica (IETCC/CSIC), “Puzolanas y Cementos Puzolánicos”

El cemento portland en su composición el silicato tricálcico por su capacidad de desarrollar elevadas resistencias mecánicas, en ocasiones el porcentaje aumenta y superar el 70 % de su composición total (Soria 1983, p.47).

En las obras del siglo XX los cementos, han generado grandes obras, permitiendo tener esbeltas estructuras de gran tonelaje y mayores dimensiones en menos tiempo de construcción (Soria 1983, p.47).

En construir una obra y hacerla esbelta no es todo. El cemento no sólo debe tener las resistencias mecánicas iniciales y elevadas, También tener otra serie de propiedades exigentes en otros tipos de construcciones, como el tiempo de su durabilidad que este no cumple (Soria 1983, p.47).

Desde conocimientos físico-químico los cementos la primera desventaja es la liberación de gran cantidad de hidróxido cálcico, como también una alta saturación en cal con contenido de energía en los proceso de hidratación, reacciones exotérmicas y un elevado valor de pH un factor en el cemento

endurecido para que los componentes permanezcan inalterados y estos valores altos y desconocidos en los materiales crea un desequilibrio con el contacto de la naturaleza” (Soria 1983, p.48).

Frente a ese problema se han creados los cementos férricos, los cementos de escoria, el cemento aluminoso y los cementos puzolánicos (Soria 1983, p.47).

### **1.3. Teorías Relacionadas al Tema**

#### **1. PUZOLANA**

##### **1.1. Reseña Histórica de la Puzolanas**

Los griegos fueron los percursores en la utilización de la puzolana a la edad de 400 A .C elaboracion de morteros de cal con puzolana. Mucho tiempo después lo romanos añadieron pedazos de ladrillos, piezas de cerámica y tejas pulverizadas que formaba un aglomerante y le dieron nombre de puzolana artificial, también hallaron en suelos volcánicos constituido por cenizas mezclados con cal es un buen material para producir morteros hidraulicos en la construcciones, estos materiales fragua y endurece en el agua Esos tipos de suelos volcánicos se encuentra en Italia en la población de Pozzuoli, alrededor de la ciudad de Nápoles y de allí el nombre de puzolanâ. (Juárez, 2012, p.2).

##### **1.2. Fundamentos de la Puzolanas**

###### **1.2.1. Las Puzolanas**

Contiene sílice y aluminio, sin propiedad aglomerante por sí solos, pero al ser mezcladas con cal y agua endurecen como cemento (Soria, 1983, p. 49).

###### **1.2.2. Características de Puzolanas**

- La capacidad de reaccionar con cal hidratada, con la presencia de agua (Soria, 1983, p. 71).

- La capacidad para formar productos hidratados con propiedades conglomerantes (Soria, 1983, p. 71).

### **1.3. Tipos de Puzolanas**

Son 2 tipos de puzolana artificial y puzolana natural

#### **1) Puzolanas Naturales**

Son productos silíceos, estos materiales son de origen volcánico (Piedra pómez y pumicita) obtiene una mayor cantidad de silicio y aluminio. Como también las puzolanas naturales tienen 2 orígenes (Jiménez, 2016, p.17).

- Origen Mineral; son cenizas localizadas en los alrededores de los volcanes tiene forma fino polvoriento. (Jiménez, 2016, p.19).
- Origen Orgánico; son acumulación de sedimentos en yacimientos que conformadas por rocas y suelos de origen marino, (Jiménez, 2016, p.19).

#### **2) Puzolanas Artificiales**

Son residuos o subproductos industriales y agrícolas de varios orígenes de diferentes características. Materiales adquieren propiedades puzolánicas por el proceso de combustión térmica. Las puzolanas artificiales más importantes son las cenizas volantes, la arcilla cocida, cenizas de humo de sílice y cenizas de residuos agrícolas como de la caña (Soria, 1983, p. 73).

##### **A) Cenizas volantes**

Son producidos por la central termoeléctrica por la combustión de carbón y son recogidas en máquinas colectores. Constituido por partículas finas esféricas y vítreas. Durante combustión de carbón pulverizado con alta temperatura de 1500 °C. (Juárez, 2012, p. 7).

### **B) Arcillas calcinadas**

Son minerales que al inicio están inertes, pero en el proceso de calcinación a temperaturas entre 600 y 900°C presenta actividad puzolánica notable. Las puzolanas contienen mayormente de sílice y alúmina., en el proceso desarrollo la red cristalina es destruida por efecto del tratamiento térmico por lo cual sus componentes pasan a estado amorfo (Soria, 1983, p. 73).

### **C) Cenizas de residuos agrícolas**

Son subproductos del sector de la agricultura, los residuos agrícolas de las partes de la planta, depende una calcinación a temperatura controlada presenta un alto contenido de sílice, Las características son baja solubilidad, granulometría fina y una fracción vítrea. Los materiales agrícolas son: (Ma-tay, 2014, p. 26).

<b>Cosecha</b>	<b>Parte de la planta</b>	<b>Ceniza (porcentaje en peso)</b>
arroz	cáscara	20
caña de azúcar	bagazo	15
arroz	paja	14
sorgo	hoja	12
maíz	hoja	12
bambú	hoja	11
trigo	hoja	10

Fuente:(Ma-tay, 2014, p. 26).

### **D) Humo de Sílice (microsílice)**

Es subproducto del cuarzo de mayor pureza que conforma el carbón en los horno eléctrico para el proceso del silicio, En el proceso el horno con temperaturas mayores a 2000°C, los gases escapan produciendo humo con

micro partículas esféricas de dióxido de silicio, se le denomina micro sílice (Ma-tay, 2014, p. 15).

#### 1.4. Propiedades de la puzolana

La capacidad de combinación con el hidróxido cálcico. Que constituyen la composición química y la estructura Interna

En la composición química están conformado por tres principales óxidos que son:

Oxido de hierro  $Fe_2O_3$  Óxido de silicio  $SiO_2$ , óxido de aluminio  $Al_2O_3$ , que tenga una estructura interna amorfa, menos cristalina, lo que beneficia en la reactividad puzolánica (Juárez, 2012, p.8).

Requerimientos químicos y físicos establecidos por la norma NTP 334.104

Los requisitos químicos:

Composición Química	Clase		
	N	F	C
Dióxido de silicio ( $SiO_2$ ) + Óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ )+ Óxido de hierro ( $Fe_2O_3$ ), % mín.	70,0	70,0	70,0
Trióxido de azufre ( $SO_3$ ), % máx	4,0	5,0	5,0
Contenido de Humedad, máx	3,0	3,0	3,0
Pérdida por calcinación, % máx	10,0	6,0 <sup>A</sup>	6,0

Fuente: NTP 334.104

### 1.5. Ventajas en el empleo de las puzolanas

Se pueden utilizar para mejora en las propiedades del cemento y como también en el rendimiento del concreto o mortero tanto en su estado fresco como endurecido.

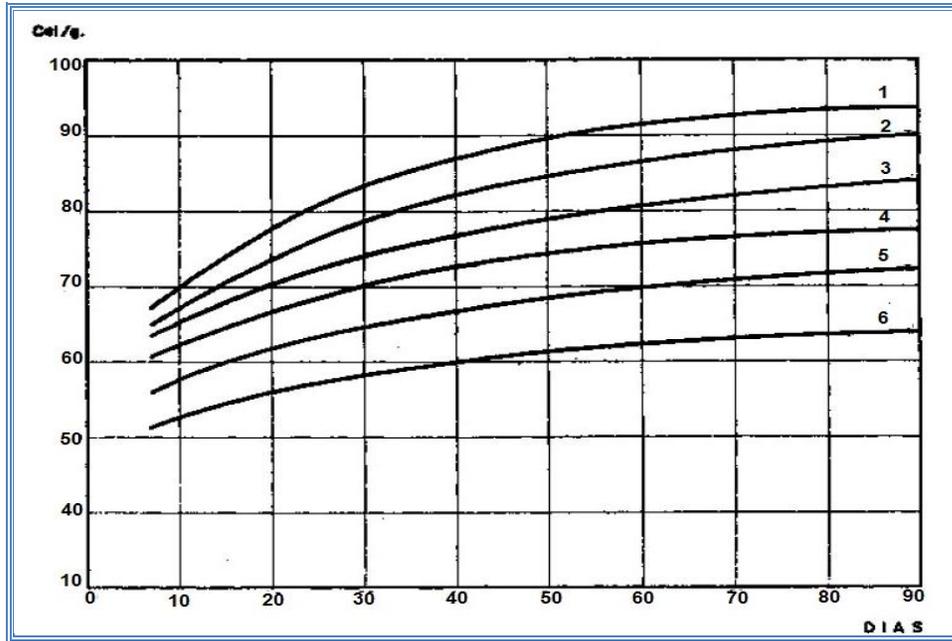
En estado fresco	En resistencias mecánicas	En la impermeabilidad	En la estabilidad de volumen	En la durabilidad química
Reduce la relación agua/cemento .	Aument0, a largo plazo, tanto a tracción como a compresión, al prolongar el período de	Produciendo mayor cantidad de silicatos hidratados.	Frente a la expansión por cal libre, sobre todo si hay tratamiento térmico.	Frente a ataques por agua de mar.
Reduce la segregación y evitando la exudación.	endurecimiento , mejorando la relación tracción-compresión	Reduce la porosidad y aumenta la compacidad.	Frente a la expansión por sulfatos.	Frente a ataques por aguas y suelos selenitosos .
Menor calor de hidratación		Evita la formación de eflorescencias por sales,	Frente a la expansión por áridos reactivos. Frente a la fisuración	Frente a la penetración del ion Cloruro.

Fuente: (Soria, 1983, p. 80)

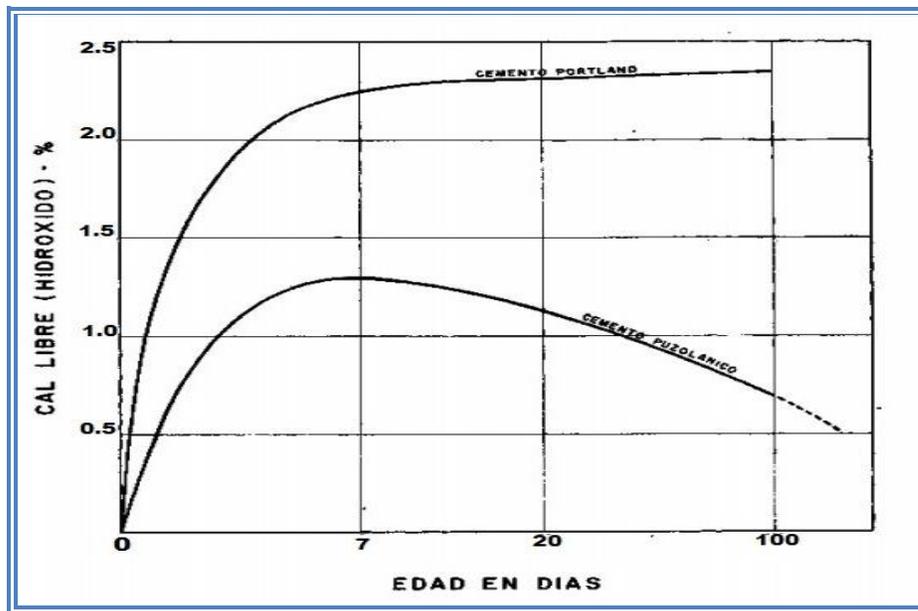
### 1.6. Actividad Puzolánica

En el cemento Puzolánico el calor desarrollado en la hidratación disminuirá, con el tiempo a la proporción de la puzolana añadida, en lo cual su proceso

es lento, liberación del calor se desarrolla resistencias son procesos más lentos a diferencia en la hidratación del cemento portland que es un proceso rápido (Jara, Palacios, 2015, p. 22).



El calor de hidratación de un cemento portland (1) y de varios porcentaje con adición de puzolana 2=10%, 3=20%, 4=30%, 5=40%, 6=50% (Soria, 1983, p. 53).

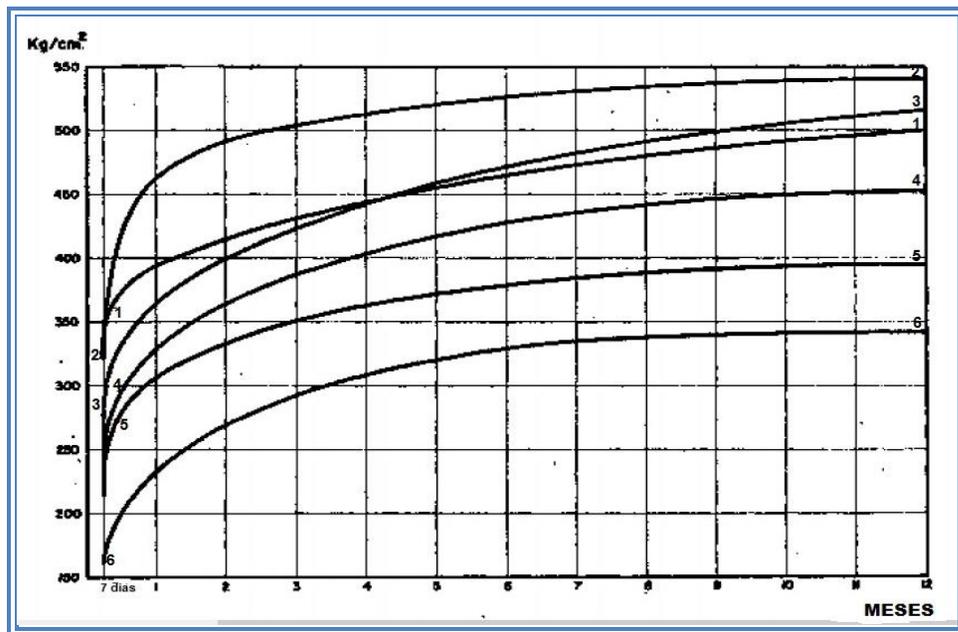


Variación en el contenido de cal liberada en la hidratación, en función en edad; se comparan un cemento portland y un cemento Puzolánico (Soria, 1983, p. 55).

### 1.7. Resistencias Mecánica

La reacción en la puzolana en el cemento portland tiene dos efectos distintos importante en la durabilidad en el tiempo.

Al comienzo se presenta como no nocivo inerte pero después, con un proceso de endurecimiento más lento que el portland base. Después aparece como un componente activo, con óxidos ácidos que son (alúmina, sílice e, incluso, óxido de hierro) utilizada con cal, en la hidratación liberan sus silicatos del portland, para formar nuevos compuestos hidráulicos estables y en las diferencias mecánicas con el portland disminuyen. Por lo cual en la resistencia del cemento puzolánico es superior a la del cemento portland (Soria, 1983, p. 79)



La Variación de las resistencias mecánicas con la edad y el contenido variable puzolana (1= cemento portland puro, 2=10% puzolana, 3=20%

puzolana, 4=30% puzolana, 5=40% puzolana y 6=50% puzolana), lo que indica un rápido incremento a la resistencia a compresión. (Soria, 1983, p. 79)

### **1.8. Aplicaciones De Las Puzolanas**

- En cimentación de varios tipos
- Hormigones especialmente en obras hidráulicas.
- Obras en contacto con suelos selenitosas y drenajes
- Concretos con relación a mar (diques, rompeolas, puertos marítimos, muelles)
- Elementos en obras de saneamiento, canalizaciones y drenaje.
- Morteros de albañilería, mampostería, acabados y solados
- En estabilización en suelos como mecánica o química. (Soria, 1983, p. 81)

## **2. CAÑA DE AZUCAR**

### **2.1. La Caña de azúcar**

Es un pasto gigante está conformado con el sorgo, el arroz, el maíz, la avena, Sus hojas son largas, fibrosas y lanceoladas, con bordes dentados miden aproximado entre 30 y 60 cm, su forma de tallos es dura donde se acumula un jugo sacarosa,(Faragon, 2014).

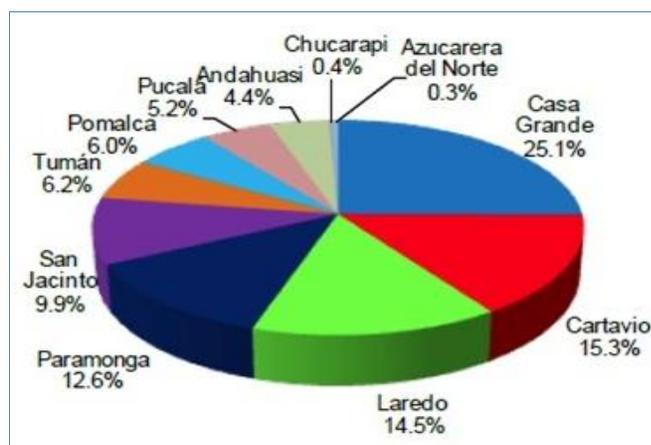
### **2.2. Distribución Geográfica**

La caña de azúcar tiene diferentes orígenes a través del tiempo, pero el origen más antiguo es Nueva Guinea, En la actualidad el cultivo del azúcar se encuentra en muchos países, como Perú, Bolivia, Argentina, Venezuela, El salvador, México, República Dominicana, Guatemala, Brasil, Ecuador y Colombia, estos son unos de los más grandes productores de azúcar en el mundo (Gomez, Paredes, 2011).

En el Perú la caña de azúcar se cultiva en la sierra, selva y en la costa. Pero mayormente es en la costa donde se siembra una mayor área de cultivo,

por las condiciones meteorológicas donde el climáticas son apropiados para la siembra y la codecha. (Jara, Palacios, 2015, p. 32).

En el Perú las agroindustrias azucareras cuentan con 11 ingenios en la producción de azúcar refinada y derivados,



Producción de azúcar por empresa (Segura, 2016)

### 2.3. Bagazo de caña de azúcar

Son subproducto de los desechos en el proceso de fabricación del azúcar, luego de haberse extraído el jugo azucarado. El material contiene una baja densidad en su composición granulométrica y estructural, tiene un alto contenido de humedad.

### 2.3 Propiedades Físicas Y Químicas Del Bagazo

El bagazo está compuesto por 3 componentes que son el recubrimiento, la fibra vascular y el tejido medular

### Composición química del bagazo de caña de azúcar

Descripción	Entero	Fibra	Medula
Solubilidad en éter (%)	0.25	0.12	2.5
Solubilidad en alcohol (%)	4.1	1.8	2.8
Solubilidad en agua caliente (%)	2.5	0.9	1.9
Liguina (%)	20.2	20.8	20.2
Pentosa (%)	26.7	27.9	28.4

Hemicelulosa (%)	76.6	42.4	77.7
Alfa celulosa (%)	38.1	42.4	34.8
Ceniza (%)	2.5	0.7	2.29

(Castillo, 2016).

#### 2.4. Cenizas de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA)

El bagazo de caña de azúcar cuando es incinerado a temperatura controlada se obtiene las cenizas un residuo mineral con mayor contenido de sílice y alúmina (Ma-tay, 2014, p.17).

La actividad puzolánica de la ceniza de bagazo cuando es quemada a 300, 400, 500 y 600°C son óptimas pero a temperaturas superiores se forman compuestos cristalinos y la reactividad puzolana disminuye, por lo cual las investigaciones demuestran que la temperatura adecuada para poder obtener una alta reactividad puzolánica es 600°C. (Ma-tay, 2014, p. 27).

Temperatura de Calcinación (°C)	Perdida al Fuego (%)	Índice Puzolánico (%)
400	84.5	28
500	14.0	73
600	5.7	77
700	3.0	63
800	1.3	69

Fuente: (Ma-tay, 2014, p. 27).

### 3. EL CONCRETO

#### 3.1. El Concreto

Está compuesto por agregado fino, agua, agregado grueso y aire, para conformar una mezcla de cemento portland por lo cual en proporciones óptimas el concreto adquiera alta resistencia a la compresión. (Rojas, 2015, p.12)

Las etapas para el buen concreto son:

- Dosificación : cantidades de cemento para obtener las resistencias indicadas
- Mezclado: con la finalidad cubrir con los agregados para conformar una pasta de cemento.
- Transporte: se transporta desde la mezcladora hasta su ubicación final en la construcción
- Colocación: el concreto debe colocarse en su ubicación final
- Consolidación: permite en la vibración para obtener las mezclas más secas y menos trabajables
- Curado: mantener húmedo el concreto

### **3.2. Tipos De Concreto**

**a. Concreto simple:** En el proceso de la mezcla del agregado grueso debe estar envuelto por la pasta de cemento y el agregado fino ocupar los espacios. Se utiliza esta mezcla en estructuras de tipo de cimiento corridos, falsa zapata, muro de contención, canales, piso y pavimentos (Rojas, 2015, 13)

**Cemento + A. grueso + A. fino + agua = Concreto simple**

**b. Concreto Armado:** El agregado simple se refuerza con armadura de acero, para que pueda soportar esfuerzos en la resistencia compresión y tracción. Algunas estructuras de este tipo son; pilotes, zapatas, muro de contención, columnas, vigas, losa maciza y aligerada, escaleras. (Rojas, 2015, p. 13)

**Concreto simple + armadura = Concreto armado**

**c. Concreto Estructural:** Es cuando en la dosificado, mezclado, transportado y colocado cumple las especificaciones precisas, establecida que garanticen una resistencia mínima (Rojas, 2015, p. 13),

### **3.3. Componentes del Concreto**

#### **3.3.1. Cemento**

Es un conglomerante compuesto de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y molidas, en su procesamiento se endurecen con el agua. En el proceso de molienda entre las rocas el Clinker, cuando se le agrega yeso, se convierte en cemento para que la mezcla fragüe y endurezca (Rojas, 2015, p. 10)

#### **Clinker Pórtland + Yeso = Cemento Pórtland**

##### **3.3.1.1. El Clinker Portland**

Es un proceso que comienza tras calcinar las calizas y la arcilla tienen una fuente de sílice y alúmina. El proceso es calcinar a temperatura de 1400 °C luego los materiales son molidos. el proceso de calcinación produce que allí reacciones en los componentes del cemento (Jara, Palacios, 2015, p. 16).

## Composición Química Del Cemento Portland

Los componentes primarios de la materia prima en la fabricación del cemento portland

	COMPONENTE	PROCEDENCIA
95%	Oxido de Calcio (CaO)	rocas calizas
	Oxido de Sílice (SiO)	areniscas
	Oxido de Aluminio (AlO)	arcillas
	Oxido de Fierro (FeO)	arcillas, mineral de hierro, pirita.
5%	Oxido de Magnesio, Sodio, Potasio, Titanio, Azufre, Fósforo y Magnesio.	minerales varios

Fuente: (Santa cruz, 2001, p. 12)

Los porcentajes especiales que intervienen los óxidos en el cemento portland

NOMBRE	COMPUESTO	PORCENTAJE (%)
Oxido de Calcio	CaO	60-67%
Oxido de Sílice	SiO	20-27%
Oxido de Aluminio	AlO	4-7%
Oxido de Fierro	FeO	2-4%

Óxido de azufre	SO	1-3%
Oxido de Magnesio	MgO	1-5%
Oxido de Potasio y Sodio	KO y NaO	0.25-1.5%

Fuente: (Santa cruz, 2001, p. 12)

### 3.3.1.2. Compuestos Principales Del Cemento

La caliza y la arcilla al ser sometidos al proceso de calcinación producen reacciones químicas que dan origen a los 4 componentes. (Villanueva, 2016, p. 27).

Nombre	Abreviatura	Porcentaje	Descripción
Silicato tricálcico	C <sub>3</sub> S	30% a 50%	Provee resistencias a largos plazos
Silicato dicálcico	C <sub>2</sub> S	15% a 30%	Es el responsable de altas resistencias iniciales a edades tempranas.
Aluminato tricálcico	C <sub>3</sub> A	4% a 12%	Es el responsable de producir retracciones del fraguado
Ferrito aluminato tetracálcico	C <sub>4</sub> AF	8% a 13%	Es el responsable del color gris en el cemento y actúa como fundente en la elaboración del Clinker.

Fuente: (Villanueva, 2016, p. 27)

### 3.3.1.3. Tipos de Cemento Portland

**TIPO I:** generalmente utilizado en donde no se requieren propiedades especiales.

Se usa en obras de pavimentaciones rígidas, veredas, estructuras de concreto armado.

**TIPO II:** Acción moderada a los sulfatos con calor de hidratación moderado. Se emplea en estructuras con ambientes agresivos.

**TIPO III:** Desarrolla una alta resistencia iniciales, elevado calor de hidratación para los climas fríos.

**TIPO IV:** Desarrolla un bajo calor de hidratación para concreto de uso masivo.

**TIPO V:** Alta resistencia a la acción de los sulfatos, para ambientes muy agresivos. Se emplea en estructura expuesta a aguas del mar. (Santa Cruz, 2001, p. 5)

### La Densidad Del Cemento

Es la relación de una masa de la cantidad y el volumen absoluto de la masa, EL cemento de Portland tiene una densidad cerca de 3.15g/cm<sup>3</sup>, en el caso de los cemento con adición es menor por el contenido de clinker es inferior suele estar en 2.90g/cm<sup>3</sup> depende de porcentaje de adicción

$$DENSIDAD = \frac{MASA}{VOLUMEN}$$

Valores de referencia de la densidad de los cementos según sus tipos	
Tipo de cemento	Densidad Kg/dm <sup>3</sup>
Cemento Portland normal	3.15
Cemento portland compuesto	3.03 a 3.08
Cemento Portland con filler	3.08 a 3.13
Cemento portland puzol añico	2.88 a 3.00
Cemento portland con escoria	3.05
Cemento de Alto Horno	2.95

Fuente: (Zavaleta, 2015, p. 23)

### Relación agua y cement0

Determina la proporción del agua a la estructura interna de la pasta de cemento en el estado fresco para obtener una resistencia favorable y con una buena durabilidad (Méndez, 2012, pág. 27).

$$R = A/C$$

**Donde**

**R:** material cementante /relación agua

**a:** agua

**c:** cemento

**3.3.2. Agregados**

Los agregados están compuestos por 70 y 80% en el volumen de la masa. En la actualidad los agregados son considerados materiales de vital importancia deben consistir en partículas limpias, duras y libres de sustancias químicas (Ramos, 2017, p. 17).

Las partículas débiles laminadas o quebradizas son perjudiciales. Se deben evitarse en los agregados. (Santa cruz, 2001, p. 26)

**Funciones De Los Agregados**

- Dar un relleno óptimo a la pasta.
- Las partículas capaces de soportar las acciones de desgaste.
- Disminuye la variación delo volumen, (Santa cruz, 2001, p. 27)

**3.3.2.1. Tipos de agregado****A) Agregado Fino**

También llamada arena o piedra triturada fino con de dimensiones pequeñas y el tamiz N.T.P. 9.51 mm (3/8") y queda retenido en el tamiz 74 mm (malla N° 200), el índice de graduado debe cumplir con los límites indicados en la N.T.P. 400.037 (Santa Cruz, 2001, p. 29).

**Granulometría**

- a) La granulometría selecta deberá ser con valores de N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100. Retenidos en las mallas
- b) El agregado no debe de impedir más del 45 % en dos tamices consecutivos

c) Es recomendable que la granulometría siga estos parámetros siguientes para los límites: (Villanueva, 2016, p. 33)

### **Límites granulométricos para el agregado fino**

MALLA %	QUE PASA
3/8"	100
N°4	95-100
N°8	80-100
N°16	50-85
N°30	25-60
N°50	5-30
N°100	0-10

Fuente: NTP 400.037, 2002

### **B) Agregado Grueso**

Son piedras que por su efecto natural han perdido su aspereza o ángulo en los ríos y canteras que a través del tiempo y por las condiciones climáticas se han ido desintegrando. Se clasifican en 2 tipos la grava y la piedra chancada. (Santa Cruz, 2001, p. 30).

### **Granulometría**

Es recomendable que el agregado contengan partículas limpias, angular o semiangular, resistentes, compactas, y de textura rugosa (Abanto, 2009, p. 28).

### **Gravas**

También llamado canto rodado es un conjunto de fragmentos de pequeñas piedras de origen en la desagregación natural de las rocas por acción del

hielo y otros agentes atmosférico, tienen un peso entre 1600 a 1700 kg/cm<sup>3</sup>. (Abanto, 2009 p. 26).

### **Piedra partida o Chancada**

Obtenidos por trituración artificial de las rocas o gravas por medio de maquinarias, tienen característica de dar volumen y aportar su propia resistencia, tienen un peso entre 1450 a 1500 kg/cm<sup>3</sup>. (Abanto, 2009 p. 26).

### **3.3.3. Agua**

Se utiliza para la hidratación del cemento en el desarrollo de sus propiedades. Se requiere agua natural que sea potable y no debe de tener olor o sabor para que no sea perjudicial al concreto (NTP 339.088)

## **4. ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO**

Son de gran importancia, para medir la resistencia del concreto en estado endurecido, reflejan la forma como el concreto se comportará en el futuro, en lo cual, va a tener que soportar las cargas para las cuales se ha diseñado.

### **4.1. La Resistencia a la Compresión Axial**

Es la propiedad que consiste en evaluar la calidad del concreto, Con una fuerza compresiva donde en su proceso se indica la carga máxima que puede resistir al área de compresión que se presenta por las fallas por agrietamiento. (Abanto, 1996, p. 51).

### **4.2. La Resistencia a la Tracción Diametral**

Consiste en aplicar una fuerza c0mpresiva diametral a lo largo de un espécimen cilíndrico de concreto aplicando una carga hasta que la falla ocurra por agrietamiento. (ASTM C496).

La determinación del valor de la resistencia a la tracción son de 8 y 15 % que varía en relación a la raíz cuadrada del  $f'c$  - resistencia a la compresión (McCormac y Brown, 2011, p.16),

#### **1.4. Formulación del Problema**

¿La resistencia a la compresión y tracción del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ , Cuando se sustituye al cemento con 7, 9,11, % de ceniza bagazo de caña de azúcar?

#### **1.5. Justificación del Estudio**

El bagazo de caña de azúcar es un subproducto de los residuos en la fabricación del azúcar, En la agroindustrial las cenizas se emplea en los campos de cultivo como fertilizante, En esta investigación refiere aprovechar las propiedades puzolana en la construcción.

La tendencia de ingeniera civil de hoy en día es realizar diseños económicos, con grados de seguridad y reduciendo los impactos ambientales, Esta investigación es una oportunidad para aplicar los conocimientos académicos de Tecnología del Materiales, para proponer un diseño de mezcla experimental usado los residuos de material agrícola para reducir la proporción del cemento portland.

La investigación planteada contribuirá a fomentar mayores estudios, nuevas opiniones para generar aprovechamiento del empleo en los materiales de puzolana artificiales para el concreto, Como también en los resultados ayudarán a corroborar la atribución de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión y tracción en el concreto.

## **1.6. Hipótesis**

¿La sustitución del volumen del cemento con 7%, 9%, 11% de cenizas de bagazo de caña de azúcar, permitirá obtener una resistencia a la compresión y tracción similar a un concreto patrón?

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivos Generales**

- Determinar la resistencia a la compresión y tracción del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  con diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la sustitución al cemento.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

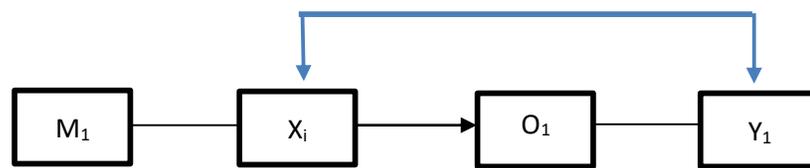
1. Determinar el diseño de mezcla en relación de A/C
2. Determinar la temperatura de calcinación del bagazo de caña de azúcar mediante el Análisis Térmico Diferencial (ATD)
3. Determinar la composición química de las muestras de ceniza de bagazo de caña de azúcar
4. Determinar y analizar la resistencia a la compresión y tracción del concreto patrón y del concreto experimental.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de Investigación:

**No Experimental - Correlacional:** Porque tiene como propósito relacionar entre si las características del concreto (Resistencia a la Compresión y Tracción) con respecto al aumento o disminución en la sustitución al cemento con % de cenizas de bazo de caña de azúcar.

(Hernández, 2006).



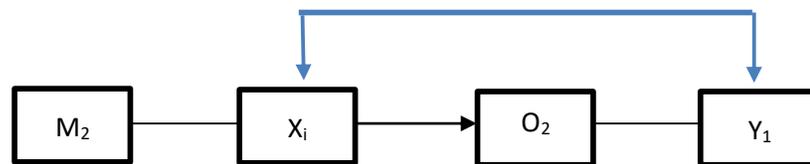
Donde:

M<sub>1</sub>: Muestra Probeta

X<sub>i</sub>: 7%. 9% y 11%.cbca

O<sub>1</sub>: Resultados

Y<sub>1</sub>: Resistencia de Compresión



Donde:

M<sub>1</sub>: Muestra probeta

X<sub>i</sub>: Porcentaje de 7%.9% y 11% cbca

O<sub>2</sub>: Resultados

Y<sub>1</sub>: Resistencia de Tracción

## 2.2. Variables, Operacionalización

### Variables

#### Variable independiente:

Ceniza de bagazo de caña de azúcar (Kg)

#### Variable dependiente:

- La Resistencia a la Compresión
- La Resistencia a la Tracción

### Operacionalización de Variables

**TABLA N°1**

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición
<b>La Resistencia a la Compresión</b>	La carga máxima que resistir un área de la probeta, antes de tener fallas por rotura (Abanto, 1996, p. 51)	Se realizara ensayos de resistencia a la compresión en las cuales tendrán un edad de 7, 14 y 28 días,	Capacidad de Carga Soportada	Carga máxima aplicada (kg)	Nominal
				Área	
			Edad	Días	

**TABLA N°2**

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>
<b>Resistencia a la Tracción</b>	El método consiste en aplicar una fuerza compresiva diametral a lo largo de un espécimen cilíndrico de concreto con una carga hasta que la falla ocurra ( Astm C496)	Se realizara ensayos de resistencia a la Tracción las cuales tendrán un edad de 7, 14 y 28 días	Capacidad de Carga Soportada	Carga máxima aplicada (kg)	Nominal
				Longitud del cilindro	
				Diámetro del cilindro	
			Edad	Días	

**TABLA N°3**

<b>Variabl e</b>	<b>Definición conceptu al</b>	<b>Definición Operacion al</b>	<b>Dimensió n</b>	<b>Indicadore s</b>	<b>Escala Medició n</b>
<b>Ceniza s de bagazo de caña de azúcar</b>	El bagazo cuando es incinerado a temperatura de 300 de 600 °C se obtiene sílice y alúmina (Ma-tay, 2014, p.17).	La incineración del bagazo de caña en la Universidad Nacional de Trujillo	Análisis Térmico Diferencial registro temperatura de 300 °C durante 3 horas	Temperatura	Nominal
				Tiempo	
		Elaboración del concreto sustituyendo al cemento con % cenizas de bagazo con cemento comercial 1 agregados y agua	Sustitución de un porcentaje de cenizas bagazo de caña de azúcar con proporción al peso del cemento	El 7 % de ceniza de bagazo de caña de azúcar	Razón
				El 9% de ceniza de bagazo de caña de azúcar	
El 11 % de ceniza de bagazo de					

				caña de azúcar	
--	--	--	--	-------------------	--

### 2.3. Población y Muestra

La obtención del bagazo de caña de azúcar en el Complejo Agroindustrial San Jacinto S.A.A

La cantera la Cumbre para el agregado grueso

La cantera San pedrito para el agregado fino.

En la NTP 339.183 (2003). “El número mínimo de especímenes es de tres especímenes para cada edad”.

La población y la muestra está conformada de 72 probetas de concreto se trabajaran con 3 probetas para siete, catorce y veintiocho días con 7%, 9%, 11% de cbca como se muestra en el siguiente cuadro:

#### Probetas a Realizar:

**TABLA N°01**

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>					<b>TOTAL</b>
<b>EDAD (Días)</b>	<b>PATRON 0%</b>	<b>CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA AZUCAR</b>			
		7%	9%	11%	
7	3	3	3	3	12
14	3	3	3	3	12
28	3	3	3	3	12
					<b>36</b>

**TABLA N°02**

<b>RESISTENCIA A LA TRACCION</b>					<b>TOTAL</b>
<b>EDAD (Días)</b>	<b>PATRON 0%</b>	<b>CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR</b>			
		7%	9%	11%	
7	3	3	3	3	12
14	3	3	3	3	12
28	3	3	3	3	12
					<b>36</b>

**Unidad de análisis:**

Cada probeta cilíndrica

**Criterios De Exclusión:**

Se excluyeron las probetas con alta porosidad

**2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

**Técnicas:**

**Observación**

Para obtener información y resultados confiables de los ensayos que se realizaran de acuerdo a las variables formuladas

**Instrumentos:**

**Protocolos**

Son formatos estandarizados de acuerdo a las normas, lo cual permitirá recoger los resultados de manera directa y confiable de los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico (NTP 400.012/ASTM C-136)
- Contenido de Humedad (NTP 339.185, 2002)

- Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado (ASTM C- 29/ NTP 400.017)
- Gravedad Específica y Absorción Agregado Grueso (ASTM C127/NTP 400.021)
- Gravedad Específica y Absorción Agregado Fino (ASTM C128/NTP 400.022)
- El ensayo de Asentamiento del Concreto de la Norma ASTM C143
- El ensayo de Resistencia de Compresión de la Norma ASTM C39
- El ensayo de Resistencia de Tracción de la Norma ASTM C496
- Análisis Térmico Diferencial (ATD)
- Diseño de Mezcla del Comité ACI 211

### **Procedimientos de Recolección de Datos.**

Selección de Materiales

Cemento: Cemento Portland tipo I (Pacasmayo)

Agregado Fino de la Cantera La Cumbre

Agregado Grueso de la Cantera San Pedrito

Agua Potable de la zona

Bagazo de caña de azúcar se obtendrá en el Complejo Agroindustrial San Jacinto S.A.A.

### **Análisis Granulométrico del agregado fino y grueso (NTP 400.012/ASTM C-136)**

Este método para en análisis de distribución del agregado fino y grueso por tamaño de partículas

### **Equipos Necesarios**

- Balanza precisión a 0.1 gr. para agregado fino
- Balanza precisión a 0.5 gr. para agregado grueso
- Juego de Tamices:
- Horno a 110 °C

- Bandejas.
- Envases para secado de muestras.
- Cepillo para las malla de tamices.
- Cucharón metálico.

## **Procedimiento**

### **Agregado Fino**

- Se recogió la muestra del agregado de la cantera Cumbre
- Se cuarteo la cantidad necesaria para la muestra
- La cantidad para al horno dentro de 24.hrs de temperatura de 110 ° C.
- Luego se pesa la muestra
- Luego se procede colocar el agregado en las mallas correctamente ordenadas de acuerdo a la norma NTP 400.012.
- Se agita manualmente, para que sólo quede el material retenido por un tiempo necesario
- Luego pesar el material retenido

### **Agregado Grueso**

- Se recogió la muestra de agregado de la cantera seleccionada.
- Se cuarteo la cantidad necesaria para la muestra
- Luego se pesa la muestra obtenida por el cuarteo (2000 gr).
- Luego utilizar el agregado en las mallas correctamente ordenadas de acuerdo a la norma NTP 400.012.
- Luego se agito, para que sólo quede el material retenido.
- .

### **Contenido de Humedad (NTP 339.185, 2002)**

Consiste realizar los ensayos de humedad total evaporable de la muestra del agregado fino o grueso por secado de horno

#### **Equipos y Material Necesarios**

- A.G con humedad natural.
- A.F con humedad natural.
- Horno a 110°C
- Balanza.
- Taras
- Cucharón metálico

#### **Procedimiento**

##### **Agregado Fino y Grueso**

- Se anotó el peso de la tara, incluyendo su tapa
- Se calculó aproximado de material.
- Se pesó la masa de muestra para A.F. y A.G con medidor de 0.1%
- Se coloca al horno de una temperatura de 100°C dentro 24 hrs
- Después se deja enfriar la muestra a la temperatura ambiente para luego pesar (tara + muestra seca).
- Luego el procede hacer el Contenido de Humedad (%)

#### **Cálculos**

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

Donde

- w = EL contenido de humedad
- $W_w$  = EL peso del agua
- $W_s$  = EL peso de las partículas

## **Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado (ASTM C- 29/ NTP 400.017)**

Este método establece la determinación de la densidad de la masa (peso unitario), del agregado en condición suelto o compactado y calcula los vacíos entre partículas de los agregados gruesos y finos

- Para determinar el peso unitario suelto (PES) el material seco se coloca al recipiente para nivele al ras
- Para determinar el peso unitario compactado (PUC) el agregado esta compactado deben estar las partículas de agregado y por la masa unitaria para obtener el grado

### **Equipos Necesarios**

- Balanza con precisión de 0.1%.
- Varilla compactadora
- Recipiente volumétrico (molde).
- Cucharón metálico para llenar el molde.
- Horno de 110°C de temperatura

### **Procedimiento**

#### **El Peso Suelto Unitario para el Agregado Grueso y Fino**

- Determina el peso del molde
- Se pesa la masa de muestra para A.F y A.G. con medidor de 0.1%.
- Luego con la ayuda del cuchara colocar el agregado en el molde y que no exceda de 2 pulgadas
- Después se procede a nivelar con la varilla
- Luego se colocar cada muestra al horno
- Después se pesa el recipiente solo y el recipiente con el agregado en suelto y registran los pesos obtenidos

#### **El Peso Compactado Unitario para el Agregado Grueso y Fino**

- Determinar el peso del molde
- Se rellena el material al molde hasta 1/3 de altura.

- Después se compactar con la varilla con veinticinco golpes uniformemente.
- Después llenar el molde hasta 2/3 su altura, para compactar con la varilla con veinticinco golpes.
- Después con la última capa del molde se rellena y se aplican así veinticinco golpes con la varilla.
- Luego el agregado utilizando la varilla se elimina lo sobrante y se pesa
- Se pesa el recipiente solo y el recipiente con el agregado compactado y registran los pesos obtenidos
- 

### **Gravedad Específica y Absorción Agregado Grueso (ASTM C127/NTP 400.021)**

#### **Equipo y Material Necesario**

- Muestra de agregado grueso
- Balanza con capacidad de 5000 gr o más
- Taras.
- Canastilla metálica.
- Depósito de agua

#### **Procedimiento**

- Muestra de A.G
- Se remoja el agregado durante 24 horas en agua.
- Luego de 24 horas se seca el agregado
- Después se pesa la tara en donde coloca el agregado.
- Luego se coloca la muestra de la tara,
- Luego se coloca al horno durante 24 horas.
- 

### **Gravedad Específica y Absorción Agregado Fino (ASTM C128/NTP 400.022)**

Determinar la densidad la densidad relativa y la absorción

### Equipo y Material Necesario

- Muestra de agregado fino.
- Balanza.
- Taras.
- Molde cónico
- Frasco volumétrico con una capacidad de 1000 ml.
- Horno

### Procedimiento

- Se remoja el agregado durante 24 horas en agua.
- Luego de 24 horas se seca el agregado.
- Después se pesa la tara en donde se coloca el agregado.
- Luego se pesa el frasco
- Luego se coloca al horno durante 24 horas.
- Luego de 24 horas se obtiene el material seco y luego pesarlo

### Calculo

Peso Específico de Masa = Pem

$$Pem = \frac{A}{B-C} X 100 \quad \dots\dots\dots(2)$$

**Donde:**

A = Peso de la muestra seco al aire

B = Peso de la muestra saturada al aire

C = Peso en el agua de la muestra saturada

**Peso Específico de Masa Superficial Seca = Pesss**

$$Pesss = \frac{B}{B-C} X 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

**Peso Específico Nomina = Pen**

$$Pen = \frac{A}{A-C} X 100 \quad \dots\dots\dots (4)$$

**Porcentaje de Adsorción = ab**

$$Ab = \frac{A}{A-C} \times 100 \quad \dots\dots\dots (5)$$

**Ensayo de resistencia a la compresión (Norma ASTM C39)**

En la carga axial se aplica de compresión al cilindro moldeado. Para obtener el esfuerzo es calculado dividiendo la carga maxima del ensayo por el área de la sección transversal del espécimen. Se emplean probetas de 0.15 de diámetro y 0.30 de altura, para realizar este ensayo de 7 días ,14 días y 28 días de curado. (Astm C39, p. 1).

**Medición de la probeta**

- Se procede a colocar las probetas en cara vertical
- Se miden los diámetros de la probeta de 2 caras laterales del eje horizontal.
- Después se mide las alturas de los dos lados en el eje vertical de cada lado de la probeta cilíndrica
- Se realizan las medidas con vernier 0.01 mm.
- Luego se pesa en la balanza la masa de la probeta a 0.5 Kg.

**Ensayo**

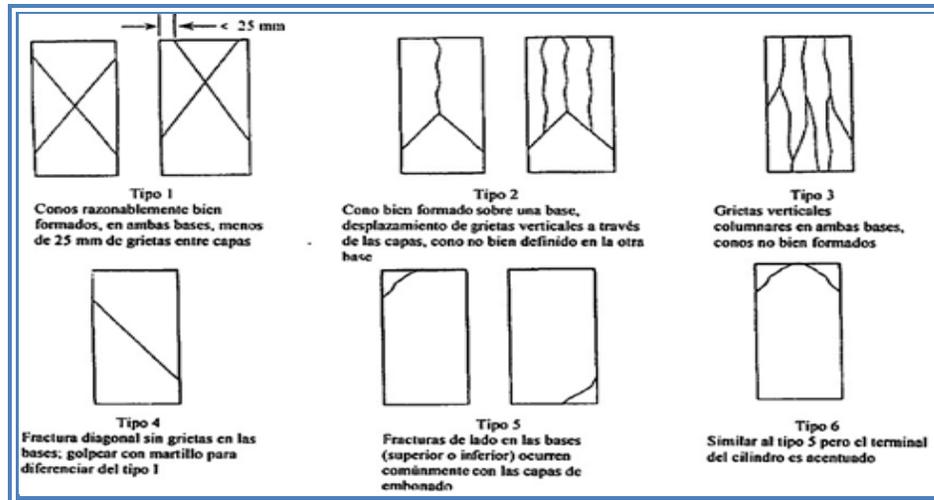
**a) Posición de las probetas.**

- La probeta debe estar colocada en vertical en la máquina compresión

**b) Aplicación de la carga.**

- Se procede aplicar la carga de compresión en el proceso la carga disminuye constantemente se observa en el indicador, en lo cual debe ser anotado de la muestra del patrón fractura para después anotar la carga máxima "P" que es en toneladas y como también los tipos de deformaciones

Figura ***de los patrones de tipos de Fracturas.***



Fuente: Norma NTP 339.034-2013.

### Expresión de resultados.

La resistencia de compresión del concreto se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{P}{S}$$

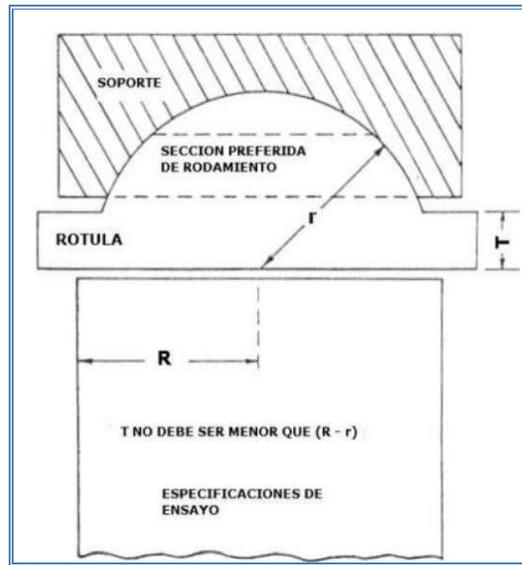
Donde:

**Re**= Resistencia a compresión (Kg/cm<sup>2</sup>).

**S** = Superficie de carga (cm<sup>2</sup>).

**P** = Carga máxima (Kg).

**Figura:** Disposición de la carga durante el ensayo



**Fuente:** Norma técnica peruana 339.034-2013.

### **Ensayo de resistencia a la tracción (Norma ASTM C496)**

Este método se aplicará una fuerza compresiva diametral al alto del cilindro de un espécimen con una carga hasta que la falla ocurra. La carga provoca esfuerzos de tensión en el plano conteniendo la carga aplicada y esfuerzos de compresión en el área alrededor de la carga aplicada. (Astm C496, p. 1)

#### **Medición de la probeta.**

- Se coloca en plano vertical las probetas cilíndricas
- Luego las caras laterales de la probeta se miden en el eje horizontal
- Luego las alturas se miden de los 2 lados de la probeta en el eje vertical
- Se realizan las medidas con un vernier de a 0.01 mm.

## Ensayo.

### Posición de las probetas.

En el plano perpendicular se coloca las probetas a la placa inferior y superior de la máquina compresora, para poder registrar e identificar las fracturas de las probetas en las caras con esa información realizar los cálculos

### Expresión de resultados.

Se calculó la resistencia a la Tracción Indirecta del concreto mediante la siguiente fórmula:

$$St = \frac{2 * p}{\pi * t * d}$$

### Donde

St = Resistencia a la Tracción Indirecta (Kg/cm<sup>2</sup>)

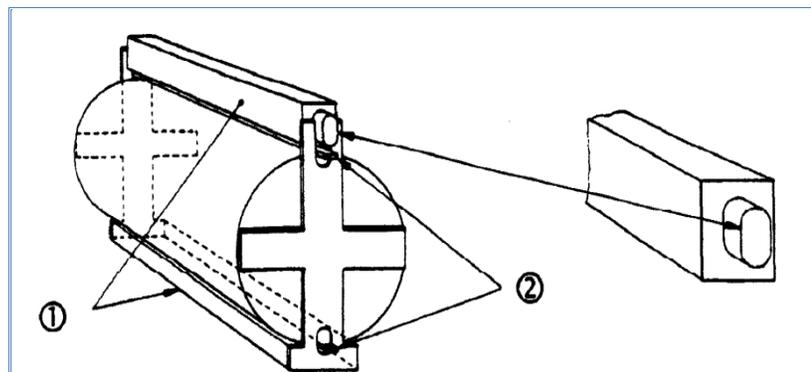
P = Carga máxima (Kg).

t = Altura de la probeta (cm).

d = Diámetro de la probeta (cm).

π = Pi, número adimensional con valor de 3.1416.

**Figura:** Dispositivo para el ensayo brasileño



Fuente: (Jomer, pg 10, 2014)

### Leyenda:

1. Pieza de acero de carga
2. Blandas de apoyo

## **Validación y Confiabilidad Del Instrumento**

Los instrumentos utilizados en esta tesis están validados por las normas estandarizadas (Norma Técnica Peruana - NTP) y (Association for Testing Materials - ASTM). Se realizaron ensayos confiables en la resistencia de tracción de la norma ASTM C496 y en la resistencia de compresión de la norma ASTM C39

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

### **Análisis Descriptivo**

Las variables de estudio nominal para proceder a calcular los datos con tablas de frecuencias o gráficos de barras

## **2.6 Aspectos éticos**

El investigador se compromete a respetar y ser responsable con la veracidad de los resultados obtenidos sin ser manipulado o alterado, la información del proyecto se realizó con responsabilidad social, con respecto a la propiedad intelectual, asimismo los datos de los antecedentes de los libros, tesis y normas debidamente citados .

## **III. RESULTADOS**

### **A) Selección de la Materiales**

La cantera la Cumbre para el agregado grueso y La cantera San pedrito para el agregado fino, lo cual se llevó al laboratorio de suelo de Universidad Cesar Vallejo para realizar los ensayos de concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

El cemento Pacasmayo de TIPO I y su peso específico es 3.12.

Agua potable de la zona

### **B) Ensayos de los Agregados**

#### **Contenido de Humedad de la (NTP 339.185, 2002)**

Se desarrolló los ensayos del A.F y del A.G de las 3 taras.

**Tabla N°01**

<b>Ensayo Contenido De Humedad</b>	<b>Agregado Fino</b>	<b>Agregado Grueso</b>
<b>Promedio Contenido De Humedad (%)</b>	0.22 %	0.08 %

**Interpretación:** En el agregado fino se tomó de la muestra 1 kg para determinar su contenido de humedad el cual fue de 0.22 % que se utilizó en el diseño para un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

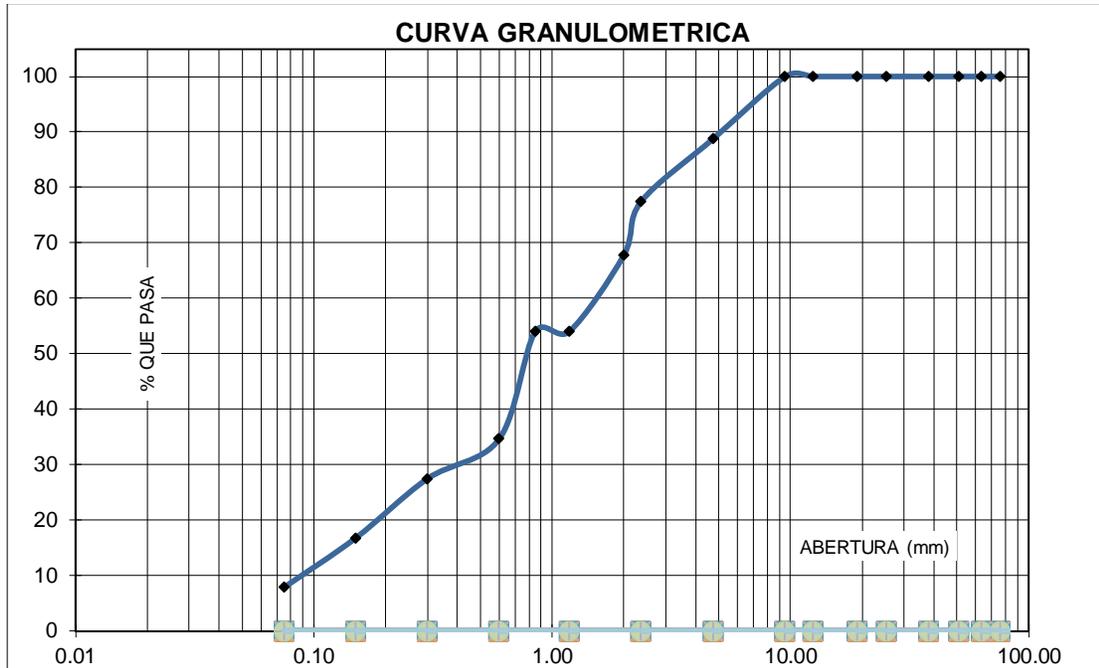
**Interpretación:** Para el agregado grueso, se tomó de la muestra 3 kg para determinar su contenido de humedad el cual fue de 0.08 % que se utilizó en el diseño de mezcla de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

**Análisis Granulométrico (NTP 400.012/ASTM C-136)**

**Agregado Fino**

**Tabla N° 02**

<b>TAMIZ</b>		<b>PESO RETENIDO</b>	<b>% RETENIDO PARCIAL</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>% PASANTE</b>
<b>N°</b>	<b>Abert. (mm)</b>	<b>(gr)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(gr)</b>
<b>N° 4</b>	4.76	898.40	11.18	11.18	88.82
<b>N°8</b>	2.36	918.70	11.43	22.61	77.39
<b>N°10</b>	2.00	772.70	9.62	32.23	67.77
<b>N° 16</b>	1.18	1108.60	13.80	46.03	53.97
<b>N° 30</b>	0.60	1555.10	19.35	65.38	34.62
<b>N°50</b>	0.30	575.70	7.16	72.55	27.45
<b>N° 100</b>	0.15	859.60	10.70	83.25	16.75
<b>N° 200</b>	0.08	716.50	8.92	92.16	7.84
<b>Plato</b>		629.70	7.84	100.00	0.00
		<b>8035.00</b>	100.00		



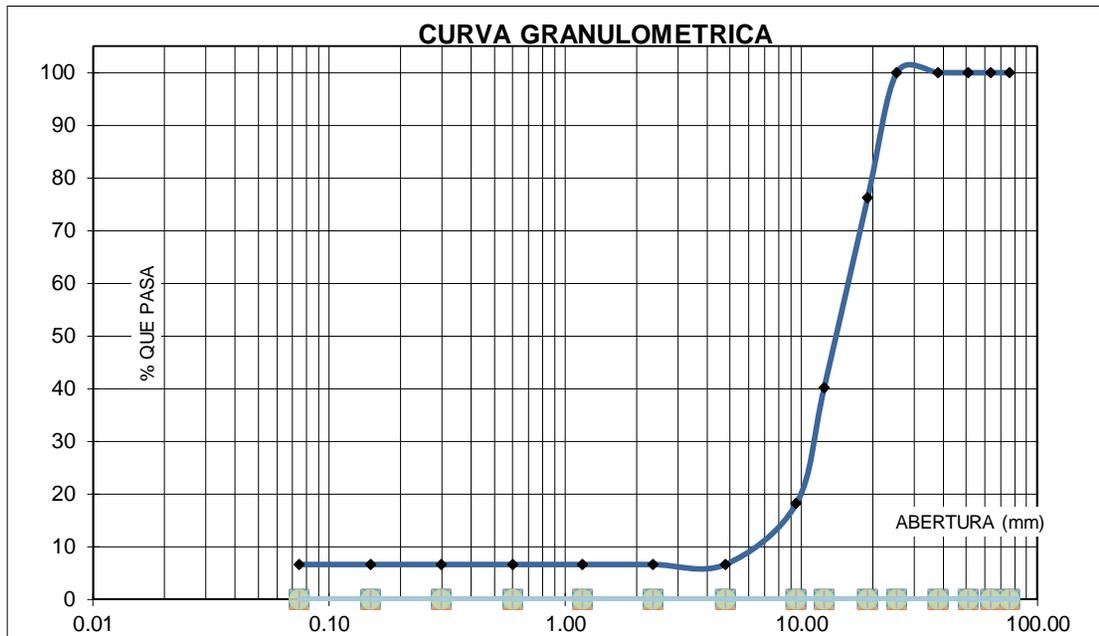
**Interpretación:** Se determinó la distribución cuantitativa de partículas según su tamaño máximo (TM) y el Tamaño Máximo Nominal (TMN), la cantidad de finos del tamiz 200 de 75"mm y el módulo de finura que influye directamente en la proporción de agregado para el diseño de mezcla. Obtenido los valores de módulo de fineza de 3.01 fino, Es importante la granulometría de los agregados porque afecta directamente los factos de diseño de mezcla como la trabajaría, la economía y la durabilidad

**Análisis Granulométrico (NTP 400.012/ASTM C-136)**

**Agregado Grueso**

**Tabla N° 03**

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
N°	Abert. (mm)	(gr)	(%)	(%)	(gr)
¾"	19.10	963.50	23.75	23.75	76.25
½"	12.50	1461.50	36.03	59.79	40.21
⅜"	9.52	893.10	22.02	81.81	18.19
N° 4	4.76	469.50	11.58	93.38	6.62
Plato		268.40	6.62	100	0.00
		<b>4056.00</b>	100.00		



**Interpretación:** Se determinó la distribución cuantitativa de partículas según su tamaño máximo (TM) y el Tamaño Máximo Nominal (TMN), la cantidad de finos del tamiz 200 de 75”mm y el módulo de finura que influye directamente en la proporción de agregado para el diseño de mezcla., Teniendo resultado final del peso retenido 4056 gr y obtenido los valores de módulo de fineza de 7.26

**Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado (ASTM C- 29/ NTP 400.017)**

**Tabla N° 04**

ENSAYO AGREGADO FINO	Peso Unitario Promedio kg/m3	Corrección x Humedad
PESO UNITARIO SUELTO	1623.31	1619.82
PESO UNITARIO COMPACTADO	1791.20	1787.34

**Interpretación:** Se determinó la densidad de la masa del agregado fino en condición suelto es de 1619.82kg/cm<sup>3</sup> y del peso unitario compactado 1787.34 kg/cm<sup>3</sup> lo cual indica el peso compactado es superiores al peso suelto.

**Tabla N° 05**

ENSAYO AGREGADO GRUESO	Peso Unitario Prom. (kg/m <sup>3</sup> )	Corrección por Humedad
PESO UNITARIO SUELTO	1434.07	1546.87
PESO UNITARIO COMPACTADO	1430.99	1543.55

**Interpretación:** Se determinó la densidad de la masa de los agregado grueso en condición suelto es de 1434.07 kg/cm<sup>3</sup> y del peso unitario compactado 1543.55 kg/cm<sup>3</sup> lo cual indica el peso compactado es superiores al peso suelto.

**Gravedad Específica y Absorción Agregado (ASTM C128/NTP 400.022)**

**Tabla N° 06**

ENSAYO AGREGADO GRUESO	
Base Seca	2.85
Base Saturada)	2.87
P.e.Aparente (Base Seca)	2.90
Absorción (%)	0.61

**Interpretación:** Se determinó la densidad promedio de partículas de agregado grueso, según los resultados del peso específico de la masa 2.90 y absorción con porcentaje de 0.61 %, lo cual se utilizara en el diseño de mezcla por el método de ACI 211

**Tabla N° 07**

ENSAYO AGREGADO FINO	
Base Seca	2.74
Base Saturada)	2.79
P.e.Aparente (Base Seca)	2.74
Absorción (%)	1.94

**Interpretación:** Se determinó la densidad promedio de partículas de agregado grueso, según los resultados del peso específico de la masa 2.74 y absorción con porcentaje de 1.94 %, lo cual se utilizara en el diseño de mezcla por el método de ACI 211

**Resultados De Diseño De Mezclas Por El Método ACI 211**

Se procedió realizar un diseño de mezclas de concreto patrón de  $f_c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> siguiendo el modelo del comité ACI 211 y obtuvieron los siguientes resultados de las características físicas y mecánicas obtenidos de los agregados:

**RESUMEN:**

<b>Resistencia a compresión</b>	Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Características de los materiales:</b>	Cemento Pacasmayo Tipo I	
<b>Cemento Peso específico</b>	3.12	
<b>CBCA Peso específico</b>	2.83	
<b>Agregado Característica</b>	Agregado Fino	Agregado Grueso
<b>Peso Específico De La Masa</b>	2.74	2.90
<b>Peso unitario suelto seco</b>	1619.82 kg/cm <sup>3</sup>	1430.99kg/cm <sup>3</sup>
<b>Peso unitario suelto compactado</b>	1787.34 kg/cm <sup>3</sup>	1543.55 kg/cm <sup>3</sup>
<b>Contenido de humedad</b>	0.22 %	0.08 %
<b>Absorción</b>	1.94 %	0.61 %
<b>Módulo de Fineza</b>	3.01 %	7.26 %
<b>Tamaño máximo nominal</b>		½"

### Interpretación:

- La granulometría del agregado fino se ajustó a los límites de gradación indicados de la norma NTP 400.012
- El módulo de finura del agregado fino en las especificaciones de la NTP 400.037 indica debe ser entre 2.3 hasta 3.1 por lo cual si cumple.
- El peso específico del agregado fino resulto que es un agregado adecuado para elaboración de concretos de alta resistencia.
- En el peso unitario del agregado fino se ajustó a los parámetros establecidos en la NTP 400.017, por lo cual es un indicador de calidad del agregado.
- En la abrasión del agregado grueso en la especificaciones de la NTP 400.037 no debe ser mayor al 50 %, por lo cual si cumple
- Los resultados de los ensayos ejecutados al agregado grueso de la cantera San pedrito, se puede señalar que el tamaño máximo nominal  $\frac{1}{2}$ "
- El peso unitario del agregado grueso se ajusta a los parámetros establecidos en la norma NTP 400.017, por lo cual es un indica que es de optima calidad del agregado.
- Se determinó el peso específico de cbca es 2.83 lo cual tiene una densidad menor que el cemento portland

### C) Secuencia del diseño de mezcla

#### 1- Determinación de Resistencia Promedio

Tabla N° 08

<b>F'c Especificado</b>	<b>f'c r</b>		
< 210	F'c	+	70
210 a 350	F'c	+	84
> 350	F'c	+	98

$$F'c = f'c + f'cr$$

$$f'c + f'cr = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

Selecciono según la tabla ACI, el valor especificado de 210 kg/cm<sup>2</sup> sumando un 84 fc para obtener una Resistencia promedio de 294 kg

## 2.- Selección del Tamaño Máximo Nominal

Se realizó en el laboratorio de mecánica de suelo la granulometría del agregado grueso obtuvo un valor de tamaño máximo 1/2"

## 3.- Selección del Slump

De acuerdo prueba de Revenimiento del concreto que se realizó en el laboratorio de mecánica de suelo se obtuvo un asentamiento de 3 ", siguiendo con los procedimientos de la norma ASTM C143-78

## 4.- Volumen Unitario de Agua

Una vez obtenido el slump que es de 3" a 4" y del agregado grueso un tamaño máximo de 1/2", Según del ACI se seleccionó lo indica en el cuadro los valores de 216 lt/m<sup>3</sup>

**Tabla N° 09**

SLUMP	Agua en L/m <sup>3</sup> para los tamaños max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
<b>CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	....
% Aire atrap	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>CONCRETO CON AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	113
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	....

## 5.- Contenido de Aire

Siguiendo con la tabla del ACI con los mismo valores obtenidos anteriormente se obtuvo un valor de 2.5 % de aire atrapado.

**Tabla N° 10**

SLUMP	Agua en L/m3 para los tamaños max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
<b>CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	....
% Aire atrap	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>CONCRETO CON AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	113
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	....

## 6.- Relación Agua - Cemento A/C

Para obtener la relación de agua y cemento teniendo en cuenta la resistencia promedio de 294 kg/cm<sup>2</sup> se procedió a interpolar el valor X, con la resistencia de 28 días de 250 a 300 de la tabla ACI, para obtener un valor de 0.558 m<sup>3</sup>

**Tabla N° 11**

F'c	Relacion Agua /Cemento Vs F'c	
	C° sin aire	C° con aire
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	....
450	0.38	....

$$\frac{x - 0.62}{0.55 - 0.62} = 0.558 \text{ m}^3$$

### 7.- Factor Cemento

Para obtener el contenido de cemento por m<sup>3</sup>, se procedió a calcular el contenido de unitario de agua sobre el contenido de relación agua cemento obteniendo un valor de 386.82 kg/m<sup>3</sup>

$$\frac{216 \text{ l/m}^3}{0.558} = 386.82 \text{ kg/m}^3$$

### 8.- Contenido del Agregado Grueso

Para hallar el contenido de agregado grueso compactado según la tabla ACI (Anexo ACI Tabla N: 05) de los resultados del módulo de fineza de 3.01 y el tamaño máximo nominal de 1/2" se procedió a interpolar el factor x teniendo un resultado de 0.529 m<sup>3</sup> compactado. Segundo para obtener el peso A.G se calcula volumen de agregado grueso compactado x el peso unitario seco compactado obtenido un resultado de 816.54 kg/cm<sup>3</sup>

$$0.529 * 1543.55 = 816.54 \text{ kg/m}^3$$

### 9.- Volúmenes Absolutos

Luego se procedió a calcular los resultados obtenidos teniendo en cuenta el peso específico del cemento 3.12 se obtuvo volumen de 0.647m<sup>3</sup>

**Tabla N° 12**

Cemento	0.124
agua	0.216
aire	0.025
A.G	0.282
	0.647m <sup>3</sup>

## 10.-Contenido de Agregado Fino

Para determinar el contenido de agregado fino teniendo en cuenta el resultado del volumen absoluto 0.647 m<sup>3</sup> se procedió a calcular el contenido del agregado fino en base a 1 m<sup>3</sup>

$$\text{Volumen de A.F} = 1 \text{ m}^3 - 0.647 \text{ m}^3 = 0.353 \text{ m}^3$$

Luego se procedió a calcular el volumen absoluto del agregado fino con el peso específico de la masa de agregado fino 2.740 cm<sup>3</sup>/gr

$$0.353 * 2.740 * \frac{1.00}{1000} * 100000 = 968.5 \text{ kg/m}^3$$

## 11.- Valores de Diseño

Las cantidades de material m<sup>3</sup>

Tabla N° 13

<b>Cemento</b>	386.82 kg/m <sup>3</sup>
<b>Agua</b>	216.00 lt/m <sup>3</sup>
<b>Agregado Fino Seco</b>	968.47 kg/m <sup>3</sup>
<b>Agregado Grueso Seco</b>	816.54 kg/m <sup>3</sup>

## 12.- Corrección por Humedad

Luego con los valores de diseño de los agregados grueso seco y fino seco procede a calcular para la corrección por humedad con la finalidad de hallar los valores que se usaran en obra

### **Peso Húmedo del agregado:**

Se utiliza porcentaje el contenido de humedad

Agregado fino

$$968.5 * (1 + 0.0022) = 970.60 \text{ kg/m}^3$$

Agregado grueso

$$816.5 * (1 + 0.0008) = 817.19 \text{ kg/m}^3$$

### **Humedad superficial del agregado**

Se calcula el contenido de humedad en % - absorción %

Agregado fino

$$0.22 - 1.94 = - 1.72 \%$$

Agregado grueso

$$0.08 - 0.61 = - 0.53 \%$$

### **Aporte de humedad de los agregados**

Se reemplaza los datos obtenidos

Agregado fino

$$970.60 * (-0.0172) = -16.69 \text{ ltg/m}^3$$

Agregado grueso

$$817.19 * (-0.0053) = -4.33 \text{ lt/m}^3$$

### **Agua efectiva**

$$216 \text{ ltm}^3 - (-21.02) = 237.02 \text{ lt/m}^3$$

El cemento en bolsa 9.10 bls obtenido resultado de agua 26.04 lt/bls

$$\frac{237.02}{9.10} = 26.04 \text{ ltbls}$$

### **13.- Valores de Diseño Corregidos**

Luego de corregir los agregados por humedad, también se modificó los valores de diseño quedando como resultado final:

**Tabla N° 14**

<b>Cemento</b>	386.82 kg/cm <sup>3</sup>
<b>Agua</b>	237.02 lt/cm <sup>3</sup>
<b>Agregado Fino Seco</b>	970.60 kg/cm <sup>3</sup>
<b>Agregado Grueso Seco</b>	817.19 kg/cm <sup>3</sup>

#### **14.- Proporción en Peso**

Para finalizar el diseño de mezcla se obtuvo las proporciones en base a su peso:

$$Cemento \frac{386.82}{386.82} = 1$$

$$Arena \frac{3970.60}{386.82} = 2.51$$

$$Piedra \frac{817.19}{386.82} = 2.11$$

$$Agua = 26.04 \text{ lt/saco}$$

**Interpretación:** Mediante estos resultados finales se determinó los porcentajes para el concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> siendo así:

**1: 2.51: 2.11: 26.04** lt/saco de agua.

#### **15.- Volumen para Materiales Para Elaboración De Probeta**

Para una probeta con medidas 0.15 de diámetro y altura de 0.30 con factor desperdicio de 10 %

$$\text{Se calcula el volumen} = 3.1415 * (0.15 * 0.15) * \frac{30}{4} = 0.0055 \text{ m}^3$$

$$\text{Se calcula P.E. } C^\circ := 386.82+237.02+970.60+817.19 = 2411.63 \text{ kg/cm}^3$$

**Para cantidades de Materiales:**

Para calcular el cemento =  $0.0055 * 386.82 * 1(1 + \frac{10}{100}) = 2.340 \text{ kg}$

Para calcular el agua =  $0.0055 * 237.02 * 1(1 + \frac{10}{100}) = 1.433 \text{ lt}$

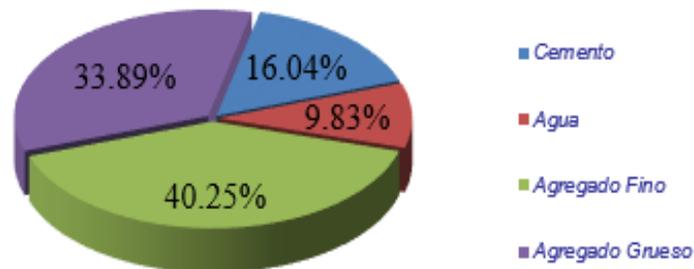
Para calcular el agregado fino =  $0.0055 * 970.60 * 1(1 + \frac{10}{100}) = 5.872 \text{ kg}$

Para calcular el agregado grueso =  $0.0055 * 817.19 * 1(1 + \frac{10}{100}) = 4.943 \text{ kg}$

**Tabla N° 15**

<b>Cemento</b>	2.34 kg
<b>Agua</b>	1.43 lt
<b>Agregado Fino</b>	5.87 kg
<b>Agregado Grueso</b>	4.94 kg

**Porcentajes De Materiales**



**RESULTADOS EN LOS DISEÑO MEZCLA EXPERIMENTALES**

**Volumen para Materiales Para Elaboración De Probeta con Sustitución de 7 %**

**Para cantidades de Materiales:**

Se calcula P.E.  $C^\circ : = 386.82 + 237.58 + 1003.16 + 817.19 = 2444.75 \text{ kg/cm}^3$

Para calcular el cemento =  $0.0055 * 386.82 * 1(1+\frac{10}{100}) = 2.340 \text{ kg}$

Para calcular el agua =  $0.0055 * 237.58 * 1(1+\frac{10}{100}) = 1.437 \text{ lt}$

Para calcular el agregado fino =  $0.0055 * 1003.16 * 1(1+\frac{10}{100}) = 6.069 \text{ kg}$

Para calcular el agregado grueso =  $0.0055 * 817.19 * 1(1+\frac{10}{100}) = 4.943 \text{ kg}$

#### **Tabla N° 16**

<b>Cemento</b>	2.34 kg
<b>Agua</b>	1.43 lt
<b>Agregado Fino</b>	6.06 kg
<b>Agregado Grueso</b>	4.94 kg

#### **En el reemplazo del cemento**

$$2340 * 007 = 163.8 \text{ gr de ceniza}$$

$$163.8 - 2340 = 2176.2 \text{ gr de cemento}$$

#### **Interpretación:**

Se realizó el ensayo del peso específico de la ceniza de bagazo de caña de azúcar del 7 % se obtuvo una densidad de 3.45 lo cual fue utilizado en el diseño de mezcla, lo que hace varía el volumen absoluto del cemento, como también la corrección por humedad donde el volumen del agregado fino y agua aumenta m<sup>3</sup>

#### **Volumen para Materiales Para Elaboración De Probeta con sustitución de 9 %**

Se calcula P.E. C° : =  $386.82 + 237.44 + 994.91 + 817.19 = 2436.36$   
kg/cm<sup>3</sup>

#### **Para cantidades de Materiales:**

Para calcular el cemento =  $0.0055 * 386.82 * 1(1+\frac{10}{100}) = 2.340 \text{ kg}$

Para calcular el agua =  $0.0055 * 237.44 * 1(1+\frac{10}{100}) = 1.436 \text{ lt}$

Para calcular el agregado fino =  $0.0055 * 994.91 * 1(1+\frac{10}{100}) = 6.019 \text{ kg}$

Para calcular el agregado grueso =  $0.0055 * 817.19 * 1(1 + \frac{10}{100}) = 4.943 \text{ kg}$

**Tabla N° 17**

<b>Cemento</b>	2.34 kg
<b>Agua</b>	1.43 lt
<b>Agregado Fino</b>	6.01 kg
<b>Agregado Grueso</b>	4.94 kg

**En el reemplazo del cemento**

$$2340 * 009 = 210.6 \text{ gr de ceniza}$$

$$210.6 - 2340 = 2129.4 \text{ gr de cemento}$$

**Interpretación:**

Se realizó el ensayo del peso específico de la cbca del 9 % se obtuvo una densidad de 3.36, lo cual fue utilizado en el diseño de mezcla, lo que hace variar el volumen absoluto del cemento como también la corrección por humedad donde el volumen del agregado fino y agua aumenta m3

**Volumen para Materiales Para Elaboración De Probeta con sustitución de 11 %**

Se calcula P.E. C° : =  $386.82 + 237.17 + 979.11 + 817.19 = 2420.29$   
kg/cm3

**Para cantidades de Materiales:**

Para calcular el cemento =  $0.0055 * 386.82 * 1(1 + \frac{10}{100}) = 2.340 \text{ kg}$

Para calcular el agua =  $0.0055 * 237.17 * 1(1 + \frac{10}{100}) = 1.434 \text{ lt}$

Para calcular el agregado fino =  $0.0055 * 979.11 * 1(1 + \frac{10}{100}) = 5.923 \text{ kg}$

Para calcular el agregado grueso =  $0.0055 * 817.19 * 1(1 + \frac{10}{100}) = 4.943 \text{ kg}$

**Tabla N° 18**

<b>Cemento</b>	2.34 kg
<b>Agua</b>	1.43 lt
<b>Agregado Fino</b>	5.92 kg
<b>Agregado Grueso</b>	4.94 kg

**En el reemplazo del cemento**

$$2340 * 0.11 = 257.4 \text{ gr de ceniza}$$

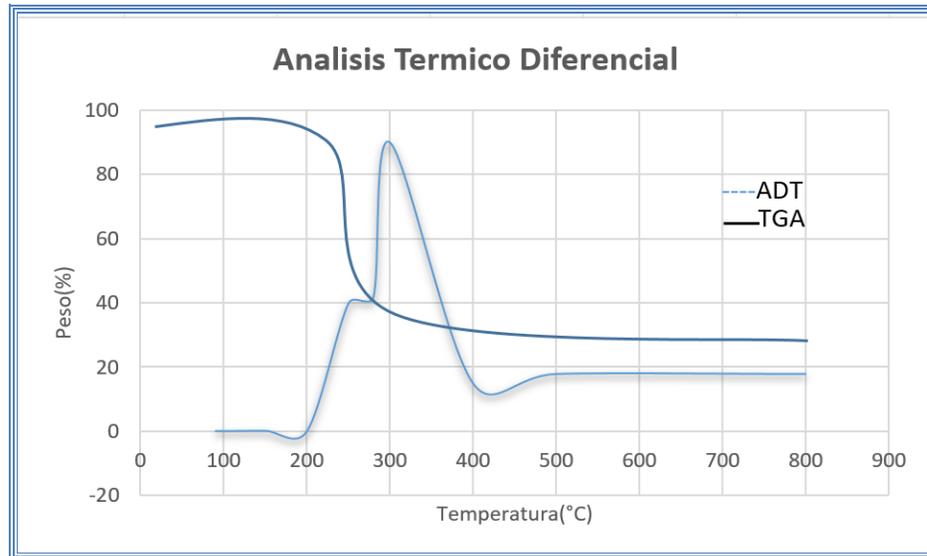
$$2340 - 257.4 = 2082.6 \text{ gr de cemento}$$

**Interpretación:**

Se realizó el ensayo del peso específico de la cbca del 11 % se obtuvo una densidad de 3.20, lo cual fue utilizado en el diseño de mezcla, lo que hace variar el volumen absoluto del cemento, como también la corrección por humedad donde el volumen del agregado fino y agua aumenta m<sup>3</sup>

## RESULTADOS DE ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL (ADT)

Se realizó en la Universidad Nacional Del Trujillo en el laboratorio de química e investigación



### INTERPRETACION:

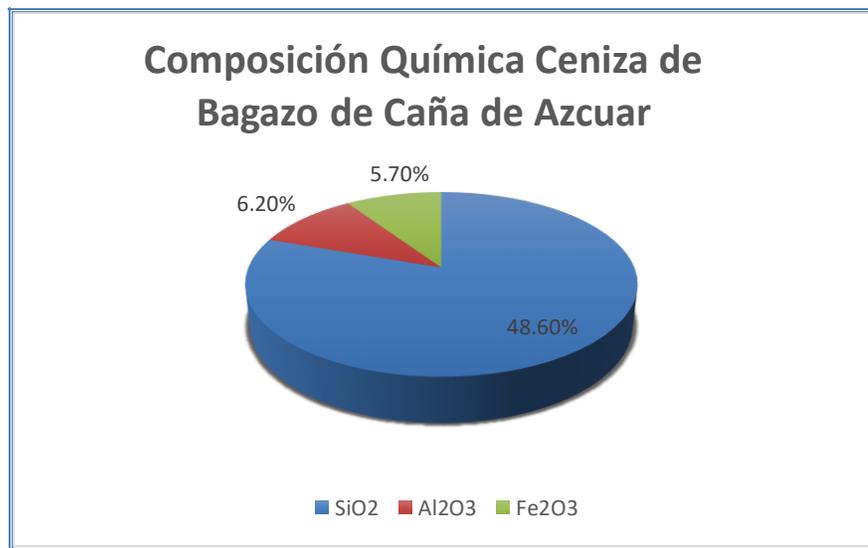
En análisis nos registra que el pico máximo de calcinación que fue de 300 C° de temperatura durante 3 horas, ocurre la descomposición de la muestra realizada para la obtención de las cenizas

## ANÁLISIS QUÍMICO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.

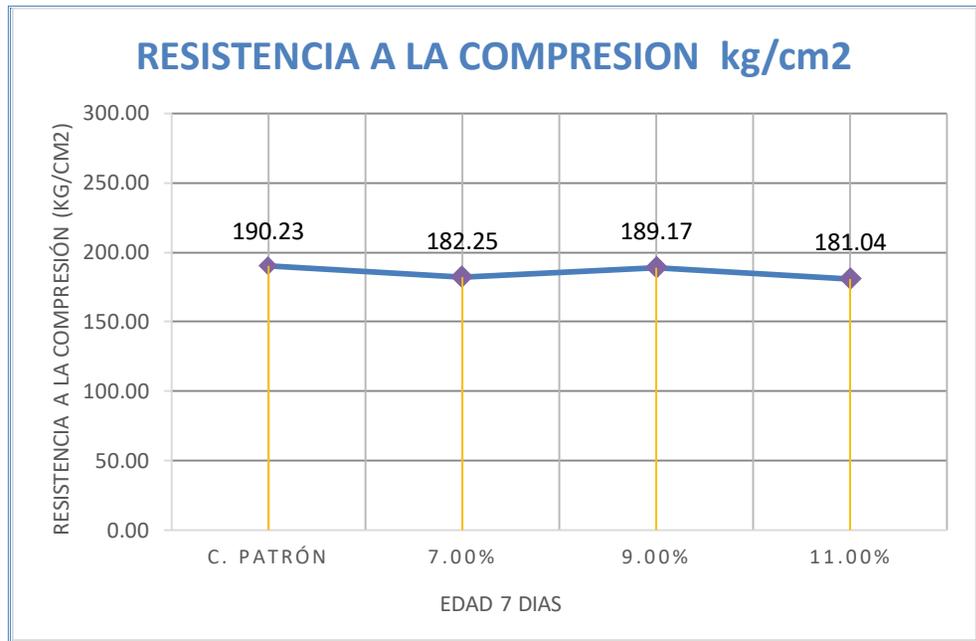
Se realizó en la Universidad Nacional Del Trujillo en el laboratorio de química e investigación

En la composición química de CBCA se procedió a sumar los porcentajes de los óxidos como la específica la Norma NTP 334.104

$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 48.6 + 6.2 + 5.7 = 60.50\%$  .Se encontraron los principalmente componentes como el sílice (Si) con un alto porcentaje. y en menores porcentajes se encontró; aluminio (Al), hierro (Fe), calcio (Ca) y magnesio (Mg).



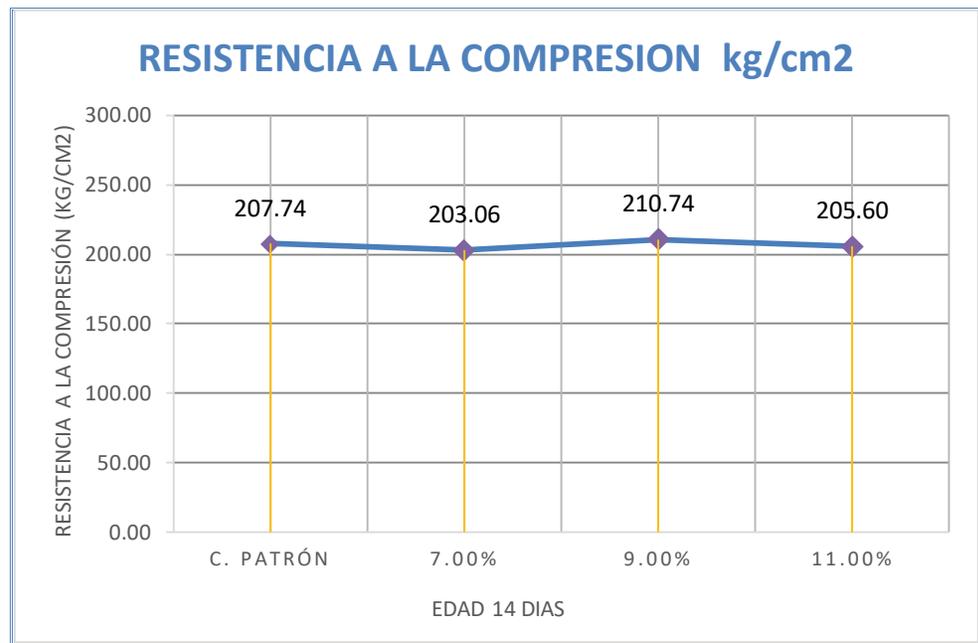
## ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN LOS 7 DÍAS KG/CM2



### INTERPRETACION:

En el grafico en la resistencia compresión a la edad 7 días según la norma a debe ser de 60 % .El concreto patrón obtuvo una resistencia promedio  $f'c=190.23$  kg/cm2 que está dentro de los parámetros, sustituyendo con el 7 % se obtuvo  $f'c=182.35$  kg/cm2 la resistencia disminuye, al sustituir con el 9 % se obtuvo  $f'c=189.17$  kg/cm2 que indica una resistencia menor y al sustituir con el 11 % se obtuvo  $f'c=181.04$  kg/cm2 que indica que la resistencia disminuye, por lo tanto los diseños experimentales a la edad 7 días tiene una resistencia baja con respecto al patrón, Esto se debe en la reacción de las cantidades en la sustitución al cemento por cbca en la producción de calor de hidratación es más lento que el cemento portland base.

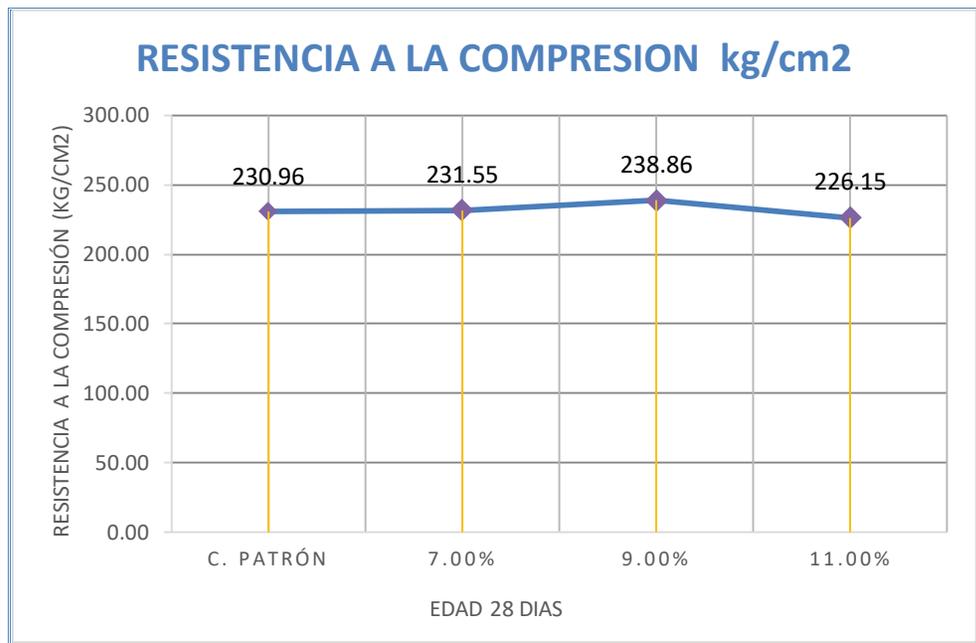
## ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN LOS 14 DÍAS KG/CM2



### INTERPRETACION:

En el grafico en la resistencia compresión a la edad 14 días según la norma a debe ser de 80 % .El concreto patrón obtuvo una resistencia promedio  $f'c=207.74$  kg/cm<sup>2</sup> que está dentro de los parámetros, al sustituir con el 7 % se obtuvo  $f'c=203.06$  kg/cm<sup>2</sup> la resistencia disminuye, al sustituir con el 9 % se obtuvo  $f'c=210.74$  kg/cm<sup>2</sup> lo que indica un aumento en la resistencia promedio y al sustituir con el 11 % se obtuvo  $f'c=205.60$  kg/cm<sup>2</sup> lo cual disminuye la resistencia, por lo tanto la resistencia máxima alcanzada es con el 9% con respecto al patrón y a las dosificación de 7 % y 11 % es menor. Por lo cual se debe a un factor de mejor desempeño en las cantidades en la reacción del peso específico de la ceniza de bagazo caña de azúcar y a la relación agua/cemento.

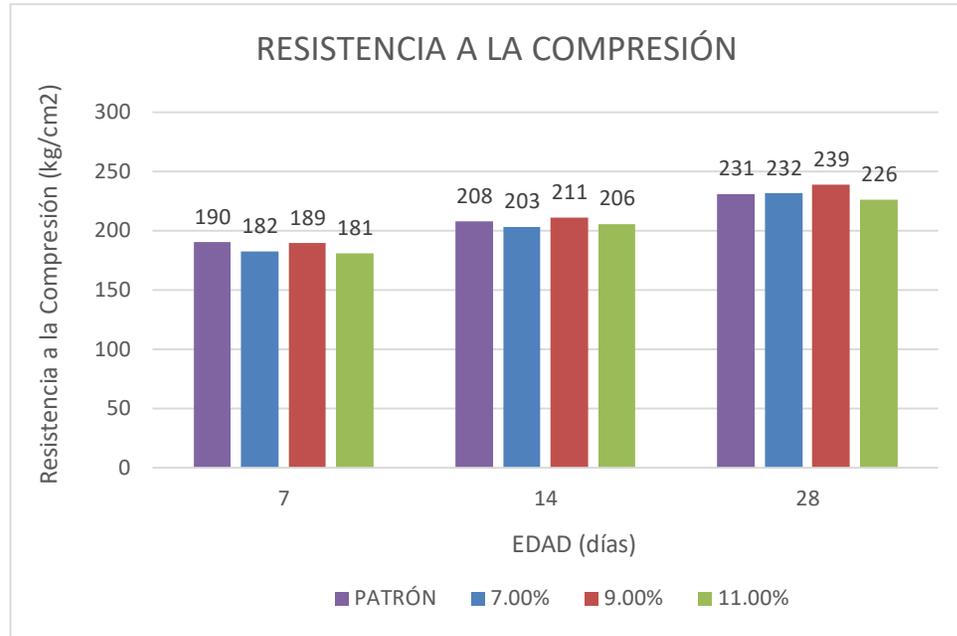
## ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN LOS 28 DÍAS KG/CM2



### INTERPRETACION:

En el grafico en la resistencia compresión a la edad 14 días según la norma a debe ser de 100 % .El concreto patrón obtuvo una resistencia promedio  $f'c=230.96$  kg/cm<sup>2</sup> que está dentro de los parámetros, al sustituir con el 7 % se obtuvo  $f'c=231.55$  kg/cm<sup>2</sup> la resistencia disminuye, al sustituir con el 9 % se obtuvo  $f'c=238.86$  kg/cm<sup>2</sup> lo que indica un aumento en la resistencia promedio y al sustituir con el 11 % se obtuvo  $f'c=226.15$  kg/cm<sup>2</sup> lo cual resistencia disminuye, por lo tanto la resistencia máxima alcanzada es con el 9% con respecto al patrón y a las dosificación de 7 % y 11 % la resistencia disminuye. Por lo cual se debe a un factor de mejor desempeño en las cantidades la reacción del peso específico de la ceniza de bagazo caña de azúcar y a la relación agua/cemento.

## RESUMEN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM2)

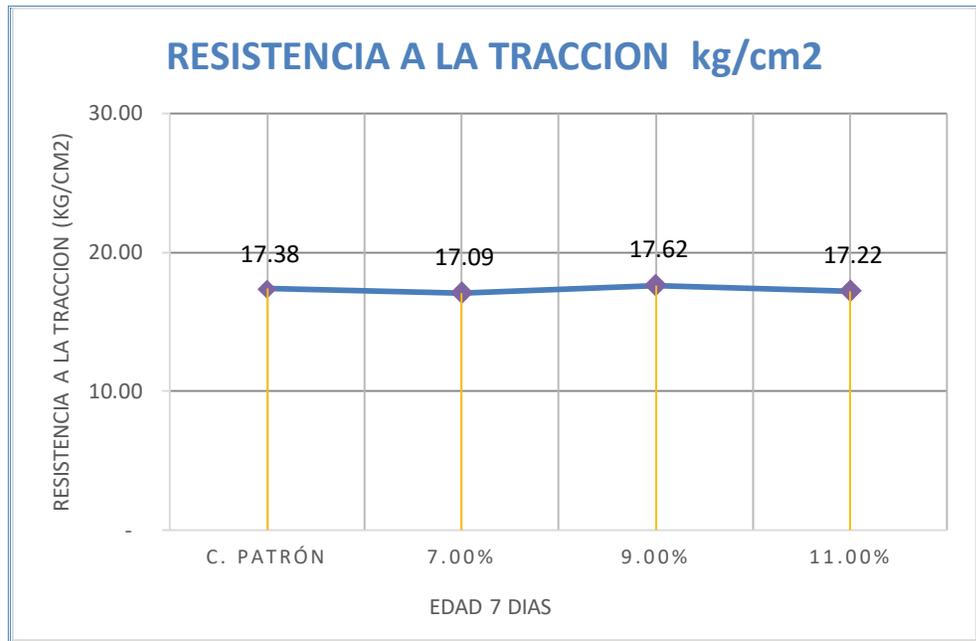


### INTERPRETACIÓN:

En los resultados en la resistencia a compresión el porcentaje óptimo que garantiza la máxima resistencia promedio es cuando se sustituye al peso del cemento x el 9% de cbca a la edad de 28 días, representando por un  $f'c = 238.86 \text{ kg/cm}^2$  generando un aumento en la resistencia de 3.42%, con respecto al concreto patrón y superando al concreto en la sustitución de 7 % y 11 %, esto se debe a las cantidades en la reacción del peso específico de la ceniza de bagazo caña de azúcar y a la relación agua/cemento.

Por lo tanto la presencia de la puzolana en la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el cemento portland tuvo efecto ya que Inicialmente, indicaba una resistencia baja a los 7 y 14 días con un endurecimiento más lento que el cemento portland, Más adelante a los 28 días, aparece los componentes de óxidos (sílice, alúmina, óxido de hierro) superando al cemento portland base

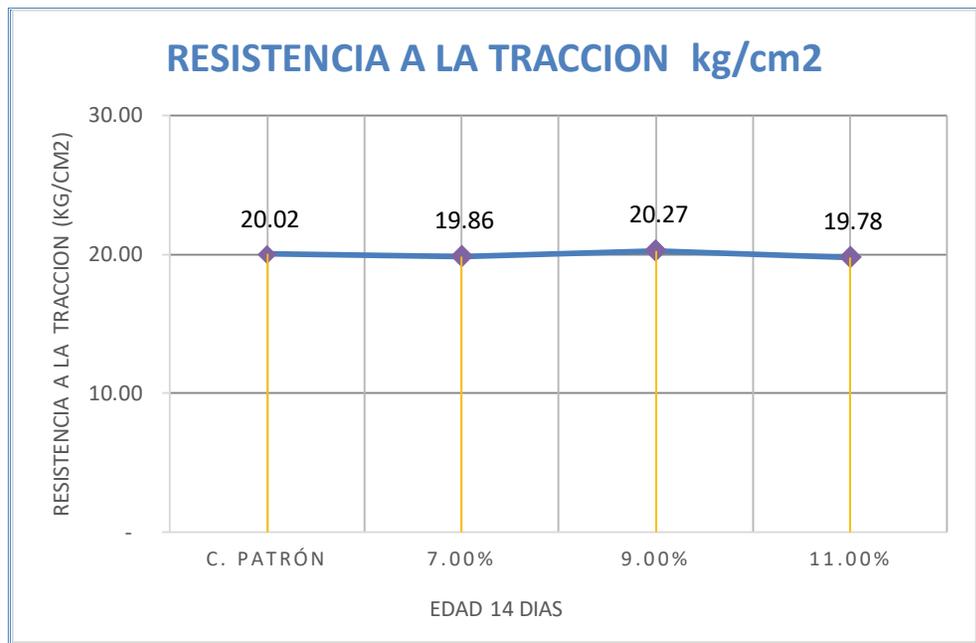
## ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION LOS 7 DÍAS KG/CM2



### INTEPRETACION:

En el grafico en la resistencia tracción de la edad 7 días.El patron obtuvo de  $M_r=17.38$  kg/cm<sup>2</sup> que está dentro de los parámetros al sustituir con el 7 % se obtuvo  $M_r= 17.09$ kg/cm<sup>2</sup> lo cual la resistencia disminuye, al sustituir con el 9 % se obtuvo  $M_r= 17.62$  kg/cm<sup>2</sup> lo cual indica un aumento en la resistencia y all sustituir con el 11 % se obtuvo  $M_r= 17.22$ kg/cm<sup>2</sup> la resistencia disminuyen, por lo tanto la resistencia máxima alcanzada es con el 9% con respecto al patrón y a las dosificación de 7 % y 11 %. La resistencia disminuye.

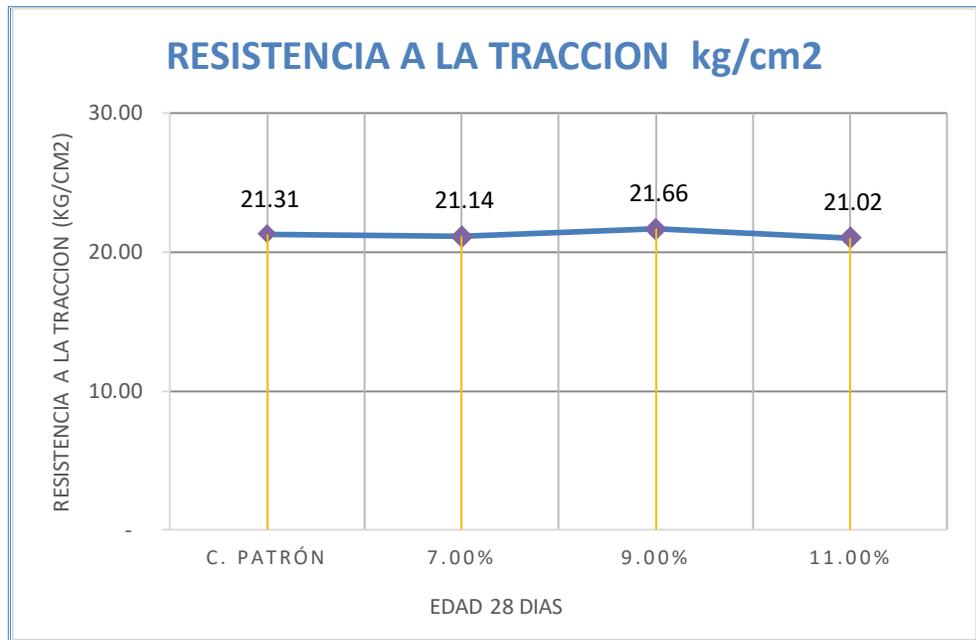
## ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION LOS 14 DÍAS KG/CM2



### INTEPRETACION:

En el grafico en la resistencia tracción a la edad 14 días.El concreto patrón obtuvo de  $M_r=20.02$  kg/cm<sup>2</sup> que está dentro de los parámetros, pero al sustituir con el 7 % se obtuvo  $M_r= 19.86$  kg/cm<sup>2</sup> lo cual la resistencia disminuye, al sustituir con el 9 % se obtuvo  $M_r= 20.27$  kg/cm<sup>2</sup> la resistencia se aumenta y al sustituir con el 11 % se obtuvo  $M_r= 19.78$  kg/cm<sup>2</sup> indica que la resistencia disminuyen, por lo tanto la resistencia de la dosificación del 9 % es mayor que del concreto patrón y en la dosificaciones 7 % y 11 %.la resistencia es menor. Por lo cual se debe a un factor de mejor desempeño en las cantidades en la reacción del peso específico de la ceniza de bagazo caña de azúcar y a la relación agua/cemento.

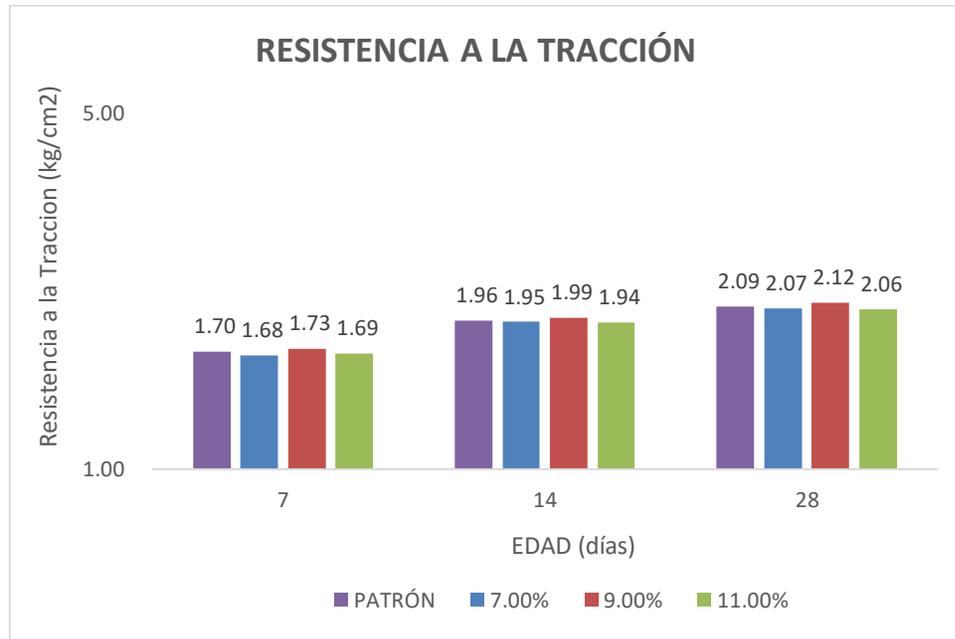
## ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION LOS 28 DÍAS KG/CM2



### INTEPRETACION:

En el grafico en la resistencia tracción de la edad 28 días.El patron obtuvo de  $M_r=21.31$  kg/cm<sup>2</sup> que está dentro de los parámetros, al sustituir con el 7 % se obtuvo  $M_r= 21.14$  kg/cm<sup>2</sup> lo cual la resistencia disminuye, al sustituir con el 9 % se obtuvo  $M_r= 21.66$  kg/cm<sup>2</sup> la resistencia aumenta y al sustituir con el 11 % se obtuvo  $M_r= 21.02$  kg/cm<sup>2</sup> lo cual indica que la resistencia disminuyen, Por lo tanto la resistencia máxima alcanza es con el 9 % con respecto al patrón y en la dosificaciones 7 % y 11 %.la resistencia disminuye, Por lo cual se debe a un factor de mejor desempeño en las cantidades la reacción del peso específico de la ceniza de bagazo caña de azúcar y a la relación agua/cemento

## RESUMEN DEL ENSAYO RESISTENCIA A LA TRACCION KG/CM2

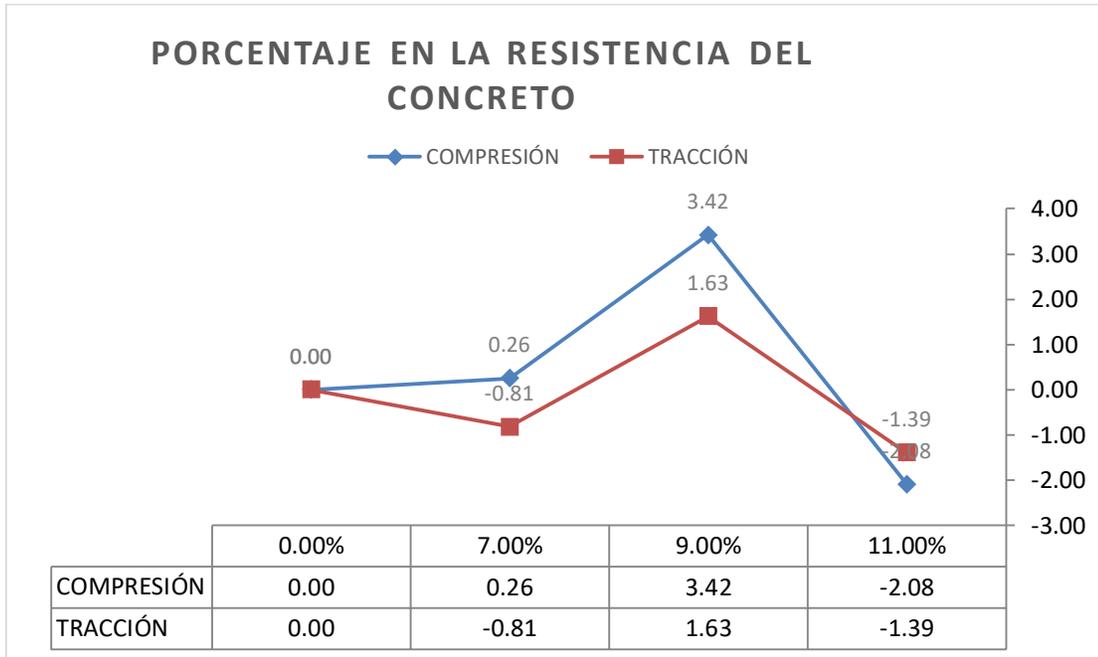


### INTERPRETACION:

En los resultados en la resistencia a traccion el porcentaje óptimo que garantiza la máxima resistencia promedio es cuando se sustituye al peso del cemento x del 9% de cbca a la edad de 28 días, representando por un  $f'c = 21.66 \text{ kg/cm}^2$  generando un aumento en la resistencia de 1.63 %, con respecto al concreto patrón y superando al concreto en la sustitución de 7 % y 11 %, esto se debe a las cantidades en la reacción del peso específico de la ceniza de bagazo caña de azúcar y a la relación agua/cemento.

Por lo tanto la presencia de la puzolana en la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el cemento portland tuvo efecto ya que Inicialmente, indicaba una resistencia baja a los 7 y 14 días con un endurecimiento más lento que el cemento portland, Más adelante a los 28 días, aparece los componentes de óxidos (sílice, alúmina, óxido de hierro) superando al cemento portland base

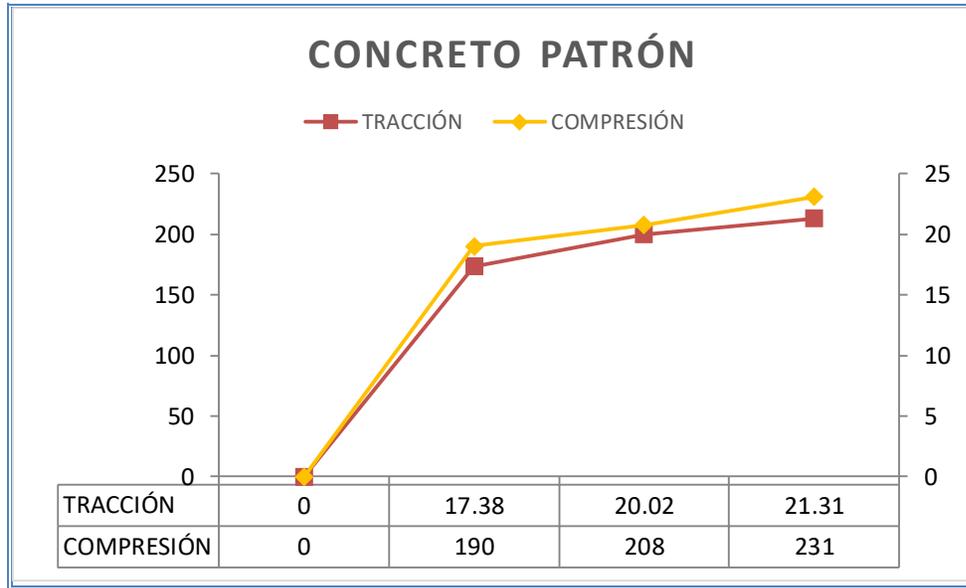
## RESUMEN DE AUMENTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCIÓN



### INTERPRETACION:

Comparación porcentajes en la resistencia a la compresión y tracción de 7 % 9 % 11 % a los 28 días, como se observa los aumentos compresión 3.42 con la con el 9 % y tracción un 1.63 con el 9 %, con respecto al concreto patrón

## RESUMEN DE COMPARACION DE PORCENTAJES EN LA RESISNTECIA A LA COMPRESION Y TRACCIÓN



Comparación porcentajes en la resistencia a la compresión y tracción de 7 % 9 % 11 % a los 28 días

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONCRETO

### DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Este parámetro nos indica el grado de dispersión existente entre la resistencia a compresión para un determinado f"c.

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum (X - X_{prom})^2}{N - 1}}$$

#### **Dónde:**

Ds = Desviación Estándar

Xprom = Resistencia Promedio

N = N de ensayos

X = Resistencia individual

### COEFICIENTE DE VARIACIÓN:

Este parámetro no permite predecir la variabilidad existente entre los ensayos de la resistencia

$$V = \frac{Ds}{X_{prom}} * 100$$

#### **Donde:**

Ds = Desviación Estándar

XPR0M= Resistencia Promedio

**RESUMEN DE DESVIACION ESTANDAR: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

EDAD DEL CONCRETO	DESVIACION ESTANDAR (Kg/cm2)			
	PATRÓN	7.00%	9.00%	11.00%
7	-	-	-	-
14	-	-	2.6	-
28	15.6	3.6	0.5	0.7

**Interpretación:** El comportamiento de grado de control en la desviación estándar en los ensayos realizados a los 28 días obtuvo el grado EXCELENTE.

**Grado De Control Desviación Estándar**

GRADO DE CONTROL	DESVIACION ESTANDAR (Kg/cm2)
EXCELENTE	28
BUENO	42
MEDIO	56
POBRE	70
NULO	85

FUENTE: ASTM C670

**EL RESUMEN DE COEFICIENTE DE VARIACIÓN: RESISTENCIA DE COMPRESIÓN**

EDAD DEL CONCRETO	COEFICIENTE DE VARIACION %			
	PATRÓN	7.00%	9.00%	11.00%
7	-	-	-	-
14	-	-	1.3	-
28	6.8	1.5	0.2	0.3

**Interpretación:**

El comportamiento de grado de control en la coeficiente de variación en los ensayos realizados a los 14 y 28 días obtuvo el grado EXCELENTE.

**Grado De Control Coeficiente De Variación**

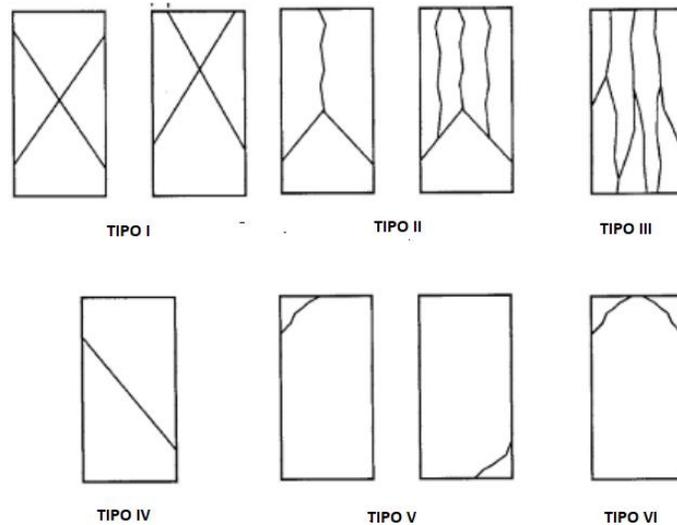
<b>CONTROL COEFICIENTE DE VARIACION</b>	<b>CLACE DE OPERACIONES PARA CONSTRUCCION GENERAL</b>
EXCELENTE	< 10
BUENO	10 >15
MEDIO	15 > 20
POBRE	>20

**FUENTE: ASTM C670**

En base a los resultados estadísticos se puede decir que los resultados obtenidos pasan de nivel de control excelente interpretándose que se realizó un trabajo ordenado.

## RESULTADOS DE TIPOS DE FRACTURA:

Las fracturas de cada espécimen se identificaron con el esquema de patrones según N.T.P. 339.034 / ASTM C-39



TIPO I : Conos bien formados en ambos extremos

TIPO II : Cono bien formado en un extremo con grietas verticales

TIPO III : Grietas columnas y conos mal formados

TIPO IV : Fractura diagonal, sin grietas

TIPO V : Fracturas laterales en la parte superior o inferior.

TIPO VI : Fracturas laterales en la parte superior

## FRACTURA PRESENTADA EN EL DISEÑO PATRÓN



**Fractura tipo 5:** Fractura de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas

## FRACTURA PRESENTADA EN EL DISEÑO CON SUSTITUCIÓN DE 7 % CBAC



**Fractura tipo 2 y 5:** Fractura en la base de cada lado ocurren comúnmente con las capas

**FRACTURA PRESENTADA EN EL DISEÑO CON SUSTITUCIÓN DE 9 % CBAC**



**Fractura tipo 5:** Fractura de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas

**FRACTURA PRESENTADA EN EL DISEÑO CON SUSTITUCIÓN DE 11 %  
CBAC**



**Fractura tipo 5:** Fractura de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas

## IV DISCUSIÓN

1. Según los resultados de la tesis de Jiménez Chávez, (2016), concluyo que en el diseño de mezcla del método ACI 211 obtuvo 0.56 a/c utilizando en sus mezclas las cantidades de agua 344.6 Kg/m<sup>3</sup> remplazado en bolsa 8.11 bls obtenido como proporciones en mezcla en agua 17.0 lt/sacos; referenciando a mi investigación en la elaboración del diseño de mezcla del método ACI en la relación agua y cemento se obtuvo un valor igual A/C 0.56 pero con proporciones mayores en los diseños tanto cemento como agua 26.04 lt/sacos; en el diseño concreto patrón  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , se realizó el slump se determinó un asentamiento de 3", según la norma ASTM C143 indica que es trabajable, realizando el diseño de mezcla en la relación agua /cemento ,mediante la tabla del ACI 211 se obtuvo un valor de A/C = 0.56 ,Por lo cual al sustituir al peso del cemento con ceniza de bagazo de caña de azúcar al concreto, se procedió a realizar un diseño modificado con los porcentajes de 7%, 9% y 11%; con el peso específicos de cada porcentajes de las cenizas, lo cual se mantiene la relación agua cemento de 0.56 ,pero en proporciones de volumen diferentes un cambio mínimo en agua lt/m<sup>3</sup> en los diseños modificado
2. Según, Tórrez, Gaitán, Espinoza y Escalante, menciona que el bagazo de caña de azúcar del Ingenio Monte Rosa ubicado en Chinandega, Nicaragua calcinado en un horno rustico por encima de 600 c° de temperatura para la obtención de la cenizas con contenido puzolánico, en lo cual en esta investigación el bagazo de la caña azúcar fue obtenido del ingenio agroindustrial San Jacinto S.A.A y las muestras fue calcinado en la universidad nacional de Trujillo en una mufla y mediante el Análisis Térmico Diferencial (ADT) se pueden registrar el pico máximo de calcinación a una temperatura de 300 °C , Donde se produce la pérdida de la masa para la obtención de la ceniza.

En las teorías relacionadas se menciona a Ma-tay (2014) sobre “Valorización De Ceniza de Bagazo Procedentes de Honduras Posibilidades de uso en Matrices de Cemento Portland”, expresó que índice de actividad puzolánica de la ceniza quemada a 300, 400, 500 y 600°C son temperaturas adecuadas donde se forma compuestos con contenido amorfos con actividad puzolánica.

Por lo tanto en la investigación realizada se aprecia que la temperatura es de 300 C° con contenido puzolánico, lo que resulta amigable ante el Impacto ambiental y es mucho menor que el proceso de elaboración del Cemento Portland que es temperatura de 1400 C°

3. Según, la norma NTP 334.104, “Cementos. Adiciones minerales del hormigón (concreto) puzolana natural cruda o calcinada y ceniza”, Refiere en la propiedades químicas que él indica que la puzolana no debe ser menor del 70%, lo cual en los resultados realizados se obtuvo un 60.50 % de puzolana artificial está detalle no fue una limitación en la investigación, ya que el objetivo del estudio es conocer resistencia a la compresión y tracción del concreto, sustituyendo al cemento con ceniza de bagazo de caña de azúcar. La norma también indica que el índice de actividad resistente con cemento Portland puede variar la reactividad ya que depende del origen de la puzolana y del cemento.

Por lo tanto mediante la investigación la cantidad de óxido de silicio depende mayormente desde el cultivo de la caña de azúcar y el tipo de proceso de elaboración que realizar el ingenio, como también interviene el factor de las propiedades físico-químico de la caña de azúcar como los porcentaje de humedad, lignina, pentosa, estos se relaciona con los resultados de la composición química de las cenizas

4. Según los resultados de la tesis de Jiménez Chávez, (2016), concluyo que al adicionar ceniza obtuvo en sus ensayos a la compresión de las probetas de 8, 10 y 12 % porcentaje superior de la resistencia fue con

la adición 10% alcanzado una resistencia promedio de  $f'c = 245.31$  Kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días con respecto a su patrón, referenciado a mi tesis en las propiedades de la resistencia a la compresión de los porcentajes de 7%, 9%, 11% al sustituir con ceniza de bagazo de caña de azúcar con respecto al peso del cemento obtuve en los resultados una máxima resistencia promedio de  $f'c = 238.82$  Kg/cm<sup>2</sup> con la cantidad del 9 % a la edad de 28 días, con respecto a mi diseño patrón, Con lo cual podemos influenciar que en la curva de las cantidades de ceniza de bagazo de caña de azúcar entre los porcentajes entre 9 % y 10 % son las óptimas. Por tanto en los resultados de muestra que la resistencia a la tracción que alcanzo una máxima resistencia promedio de  $f'c = 21.66$  kg/cm<sup>2</sup> con respecto al diseño patrón en la dosificación del 9 % relacionando los comportamientos del concreto se corrobora y se afirma los resultados obtenidos en la resistencia compresión al concreto con la dosificación del 9 %, reafirmando según Soria Santamaría en la investigación “puzolana y cemento puzolanicos” expresa que en la resistencias mecánicas al compresión y tracción de un cemento puzolánico las resistencias son generalmente semejantes

En los resultados en esta investigación en la sustitución al cemento, con 7, 9 y 11 % de cbca a un concreto de  $f'c = 210$ kg/cm<sup>2</sup>, si influyen en el aumento en la resistencia mecánica del concreto obtenido un máximo porcentaje promedio con la dosificación 9 % a la edad de 28 días

## V CONCLUSIONES

1. Se Determinó la relación de A/C mediante el modelo del ACI 211; En el concreto patrón  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , se realizó el slump del concreto y se determinó un asentamiento de 3", según la norma ASTM C143 indica una consistencia plástica, en la elaboración del diseño mezcla se obtuvo un valor de  $A/C = 0.56$  para el concreto patrón, En los diseños experimentales 7%, 9% y 11% se procedió a realizar del slump con cba se comprobó que no hacen variar el asentamiento obteniendo un valor entre 3" a 4" lo cual se mantiene la relación agua y cemento de 0.56, pero los porcentajes del volumen se obtuvo diferentes resultados en agua  $\text{lt/m}^3$  para los diseños experimentales.
2. La temperatura de calcinación de materiales reciclados de la agricultura, según el Análisis Térmico Diferencial registró la temperatura de  $300\text{ C}^\circ$ , lo que resulta amigable ante el Impacto ambiental y es mucho menor a comparación del Cemento Portland en su proceso de elaboración con una temperatura de  $1500\text{ C}^\circ$ . Esto es favorable en la sustitución de combustibles fósiles por otros menos contaminante.
3. En los resultados en la Composición Química de la ceniza de bagazo de caña de azúcar contiene  $60.50\%$  de óxido de silicio esto se debe a los materiales reciclados del ingenio azucarero que contiene un bajo índice de silicio y también un menor índice de óxido de calcio a comparación del cemento portland, por ende los procesos de endurecimiento son lentos por la actividad de los óxido. Así mismos la norma NTP 334.104 indica que la puzolana no debe ser menor al  $70\%$ , lo cual en los resultados realizados se obtuvo un  $60.50\%$  de puzolana artificial este detalle no fue una limitación en la investigación, ya que el

objetivo del estudio es conocer resistencia a la compresión y tracción del concreto

4. La resistencia a compresión el porcentaje que garantiza una mayor resistencia, es cuando se sustituye al peso del cemento por el 9% de cbca, generando un aumento de 3.42% en la resistencia promedio, representando por un  $f_c' = 238.86 \text{ kg/cm}^2$  con respecto al concreto patrón. En la resistencia a la tracción que el porcentaje óptimo que garantiza una mayor resistencia, es cuando se sustituye al peso del cemento por 9% de ceniza bagazo de caña de azúcar, generando un aumento de 1.63 % en la resistencia promedio, representando por un  $f_c' = 21.66 \text{ kg/cm}^2$  con respecto al concreto patrón. En las dosificaciones experimentales de 7% y 11% se evidencia una disminución en la resistencia a la compresión como también en resistencia a la tracción al concreto con respecto al patrón. Todo esto se debe a las óptimas cantidades de cbca del 9% que favorecen en la actividad de la puzolana mezcladas con agregados y las cantidades apropiadas en la sustitución al cemento portland, lo cual demuestra a los 28 días el concreto con puzolana del 9 % se desarrollan una alta resistencia al concreto.

## **VI RECOMENDACIONES**

1. Evaluar la resistencia a la compresión y tracción del 9 % óptimo con diferentes valores de a/c en los diseño de mezcla
2. Evaluar la sustitución al cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar con respecto a la durabilidad del concreto
3. Realizar la evaluación o comparación del bagazo de caña de azúcar en los distintos ingenios del país.
4. Evaluar la resistencia a la compresión y tracción añadiendo porcentajes de óxido de calcio para los diseños
5. Evaluar el tiempo de fraguado del diseño de mezcla por medio a la resistencia a la penetración

## VII. REFERENCIAS

ABANTO Castillo, Flavio. Tecnología del concreto. San Marcos: Lima, (2009), pp. 91.

AMERICAN Society of Testing Materials, Método de Ensayo Estándar para Esfuerzo de Compresión en Especímenes Cilíndricos de Concreto (U.S.A.). ASTM C39.7p.

CALLEJA J. y Bacle B. Determinación de sílice libre en Materias primas para la industria del cemento, (2011), [Fecha De Consulta: 14 De Mayo Del 2018], Disponible:<http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/download/1726/2122>

ENSEÑAT De Villalonca, Alfonso. La Industria Del Cemento Dentro De La Problemática De La Contaminación Atmosférica, (2011), [Fecha De Consulta: 10 De Mayo Del 2018], Disponible:<http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/viewFile/1180/1313>

JIMÉNEZ Chávez, Geoffrey Andréé. Tesis “Resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar”, (2016), Universidad Privada del Norte

MA-TAY Pinel, Daniel. Tesis “Valorización De Cenizas De Bagazo Procedentes De Honduras: Posibilidades De Uso En Matrices De Cemento Pórtland” (2014)

NORMA Técnica Peruana. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (Perú). NTP 400.017 of 1999: Agregados. Lima – Perú: 2da edición, 14p.

POLO López Carlos, Lucho Ortiz Jose Luis, Tesis “Resistencia a la compresión del concreto  $F'_c=210\text{kg/cm}^2$  por adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar”, (2016), Universidad Privada San Pedro

PASQUEL Carbajal, Enrique. Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú (1992). Consejo Departamental de Lima. Impresión Lima Perú. 252 p

TÓRREZ Rivas, Gaitán Arévalo, Espinoza Pérez, Escalante García, Tesis “Valorización de ceniza de bagazo de caña de la industria azucarera Nicaragüense como sustituto parcial al cemento Portland” (2014), p.45

TORRES Carrillo, Ana. Curso Básico De Tecnología Del Concreto para Ingenieros Civiles, (2014), Universidad Nacional de Ingeniería - Lima, Perú

SORIA Santamaría, Francisco. Las puzolanas y el ahorro energético en los materiales de construcción, (1983), [Fecha De Consulta: 14 De Mayo Del 2018], Disponible: <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/974/1027>

SORIA Santamaría, Francisco. (1983), Puzolanas y Cementos Puzolánicos, (1983), [Fecha De Consulta: 20 De Mayo Del 2018], Disponible: <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/download/1799/2199>

SALAZAR, Jiménez Alejandro. Qué Es Una Puzolana, (2001), [Fecha De Consulta: 20 De Mayo Del 2018], Artículo Disponible: <http://www.ecoingenieria.org/docs/Puzolanas.pdf>

# **ANEXOS**

# MATRIZ DE CONSISTENCIA

### **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Resistencia a la Compresión y Tracción del Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  
Sustituyendo al cemento con 7%, 9% y 11% de Ceniza de Bagazo Caña de  
Azúcar – 2018

Diseño Sísmico y Estructural

#### **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:**

El concreto es uno de los materiales de mayor uso en la industria de la construcción, En la actualidad en el sector de la construcción se ha preocupado en buscar la forma de producir concretos con mejores desempeños, tanto técnicos como económicos y ecológicos. El problema del cemento portland, que en su proceso de combustión a temperaturas a más de  $1.400\text{ }^\circ\text{C}$  se liberan una gran cantidad de dióxido de carbono emitidos a la atmósfera, Durante los últimos años, se han realizado avances tecnológicos para mejorar y proteger el medio ambiente, como con el aprovechamiento del material reciclado y la gestión de los residuos. Todo gracias a la sustitución de combustibles fósiles por otros menos contaminantes

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	
¿Cuál sería resistencia a la compresión y tracción del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ , Cuando se sustituye al cemento con 7, 9,11, % de ceniza bagazo de caña de azúcar?	<b>General:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la resistencia a la compresión y tracción del concreto <math>f'_c = 210\text{Kg/cm}^2</math> con diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la sustitución al cemento.</li> </ul>	¿La sustitución del volumen del cemento con 7%, 9%, 11% de cenizas de bagazo de caña de azúcar, permitirá obtener una resistencia a la compresión y tracción similar a un concreto patrón?	Capacidad de Carga Soportada	Carga Máxima aplicada (kg)	Protocolo según Norma ASTM C39	
				Área		
			Edad	Días		
			<b>Específicos:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determinar y analizar la resistencia a la compresión y tracción del concreto patrón y del concreto experimental.</li> <li>Determinar la temperatura de calcinación del bagazo de caña de azúcar mediante el Análisis Térmico Diferencial (ATD)</li> <li>Determinar el diseño de mezcla en relación de A/C</li> <li>Determinar la composición química de las muestras de ceniza de bagazo de caña de azúcar</li> </ol>	Capacidad de Carga Soportada	Carga Máxima aplicada (kg)	Protocolo Según Norma ASTM C496
					Longitud del cilindro	
					Diámetro de Cilindro	
					Edad	Días
				ADT registro temperatura de $300\text{ }^\circ\text{C}$ durante 3 horas	Temperatura	Protocolo Según el Análisis Térmico Diferencial (ATD)
					Tiempo	
				Sustitución del porcentaje de ceniza bagazo de caña azúcar al peso del cemento	7 % de ceniza de bagazo de caña de azúcar	
					9% de ceniza de bagazo de caña de azúcar	
					11 % de ceniza de bagazo de caña de azúcar	

# NORMAS TECNICAS

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO  
PARA DETERMINAR LA DENSIDAD  
APARENTE ("PESO UNITARIO") E ÍNDICE  
DE HUECOS EN LOS ÁRIDOS ASTM C 29/C  
29M - 97**

## **Método de Ensayo Normalizado para determinar la densidad aparente ("peso unitario") e Índice de Huecos en los Áridos**

Esta norma ha sido editada con la designación C 29/C 29M; el número que sigue inmediatamente a la designación señala su año de adopción original o, en caso de revisión, el año de la última revisión. Un número en paréntesis indica el año de la última aprobación. Una letra epsilon en superíndice ( $\epsilon$ ) señala un cambio editorial desde la última revisión o aprobación.

Esta norma ha sido aprobada para el uso por el Departamento de Defensa.

### 1. Alcance

1.1 Este método de ensayo permite determinar la densidad aparente ("peso unitario") de un árido tanto en su condición compactada o suelta y calcular los huecos entre las partículas en los áridos finos, gruesos o mezclas de áridos, basada en la misma determinación. Este método se aplica a los áridos que no exceden las 5 pulg  
125 mm] de tamaño máximo nominal.

Nota 1 - El peso unitario se refiere a la terminología tradicional utilizada para describir la propiedad determinada por este método de ensayo, que es peso por unidad de volumen (más correctamente, masa por unidad de volumen o densidad).

1.2 Los valores establecidos en unidades de pulgada-libra o en unidades del SI deben usarse en forma separada como norma, pues son adecuadas para la especificación con la que se usa este método de ensayo, salvo con respecto a los tamaños de los tamices y el tamaño nominal de los áridos, pues los valores del SI constituyen la norma como se especifica en E 11. En el texto, las unidades del SI se encuentran entre paréntesis cuadrados. Los valores establecidos en cada sistema pueden no ser exactamente equivalentes, por lo

tanto, cada sistema debe ser empleado independientemente, sin combinar los valores, de ninguna forma.

1.3 Esta norma no se refiere a las medidas de seguridad, si las hubiera, asociadas con su uso. Es de responsabilidad del usuario de estas normas el establecer las medidas y prácticas de seguridad y salud personal necesarias y determinar la aplicación de las limitaciones reglamentarias con anterioridad a su uso.

## 2. Documentos de referencia

### 2.1 Normas ASTM:

C 125 Terminología relacionada con el hormigón y áridos para el hormigón.<sup>2</sup>

C 127 Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y la absorción de los áridos gruesos.<sup>2</sup>

C 128 Método de ensayo para determinar el peso específico y la absorción de los áridos finos.<sup>2</sup>

C 138 Método de ensayo para determinar el peso unitario, rendimiento y contenido de aire (gravimetría) del hormigón.<sup>2</sup>

C 670 Práctica para la preparación de los informes de precisión y sesgo para los métodos de ensayo de los materiales para la construcción.<sup>2</sup>

C 702 Práctica para reducir el tamaño de las muestras de áridos al tamaño de ensayo.<sup>2</sup> D 75 Práctica normalizada para el muestreo de los áridos.<sup>3</sup>

D 123 Terminología relacionada con los textiles.<sup>4</sup> E 11 Especificaciones de las mallas para los tamices de ensayo.<sup>5</sup>

### 2.2 Normas AASHTO:

T 19/T19M Método de ensayo para determinar el peso unitario y los huecos en los áridos.<sup>6</sup>

## 3. Terminología

3.1 Definiciones - Las definiciones se encuentran acorde con Terminología C 125 a menos que se indique de otro modo.

3.1.1 Densidad aparente,  $n$  - de un árido, la masa de una unidad de volumen de los áridos a granel, en la que el volumen incluye el volumen de las partículas

individuales y el volumen de los huecos de aire entre las partículas. Se expresa en lb/ft<sup>3</sup> [kg/m<sup>3</sup>].

1 Este método de ensayo se encuentra bajo la jurisdicción del Comité C-9 de la ASTM sobre Hormigón y Aridos para Hormigón y es de responsabilidad directa del Subcomité C09.20 sobre Aridos de peso normal.

La presente edición fue aprobada con fecha 10 de julio de 1997. Publicada en septiembre de 1997. Originalmente publicada como C 29 - 20 T. La edición anterior es C 29/C 29 M - 91a.

2 Anuario de normas ASTM, Vol. 04.02

3 Anuario de normas ASTM, Vol. 04.03

4 Anuario de normas ASTM, Vol. 07.01

5 Anuario de normas ASTM, Vol. 14.02

6 Disponible en el American Association of State Highway and Transportation Officials, 444 North Capitol St., NW, Suite 225, Washington, DC 20001.

áridos en base a la densidad aparente determinada por este método de ensayo.

Copyright © ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.

3.1.2 Peso unitario,  $n$  - peso (masa) por unidad de volumen. (Término desaprobadado - usar de preferencia densidad aparente.)

3.1.2.1 Discusión - Peso es igual a la masa del cuerpo multiplicada por la aceleración de gravedad. El peso puede expresarse en unidades absolutas (newtons, poundals) o en unidades gravitacionales (kgf, lbf). Por ejemplo, en la superficie de la Tierra, un cuerpo con una masa de 1 kg tiene un peso de 1 kgf (aproximadamente 9,81 N), o un cuerpo con una masa de 1 lb tiene un peso de 1 lbf (aproximadamente 4,45 N ó 32,2 poundals). Como el peso es igual al valor de la aceleración de gravedad veces la masa, el peso de un cuerpo variará de acuerdo a la ubicación donde el peso sea determinado, mientras que la masa del cuerpo se mantiene constante. Sobre la superficie

de la Tierra, la fuerza de gravedad imparte a un cuerpo en caída libre una aceleración de aproximadamente 9,81 m/s<sup>2</sup> (32,2 ft/s<sup>2</sup>). D 123.

3.2 Definiciones de términos específicos utilizados en esta norma:

3.2.1 Huecos, n- en unidades de volumen de áridos, el espacio entre las partículas en una masa de áridos que no se encuentra ocupada por materias minerales sólidas.

3.2.1.1 Discusión - Los intersticios dentro de las partículas, sean permeables o impermeables, no se encuentran incluidos en los huecos para los efectos de esta norma.

4. Significado y uso

4.1 Este método de ensayo se emplea a menudo para determinar los valores de densidad aparente, utilizados por varios métodos para seleccionar la dosificación de las mezclas de hormigón.

4.2 La densidad aparente también puede emplearse para determinar la relación masa/volumen para establecer las conversiones en los acuerdos de compra. Sin embargo, la relación entre el grado de compactación de los áridos en una unidad de transporte o pila de acopio y la alcanzada en este método, es desconocida. Además, los áridos contenidos en una unidad de transporte generalmente contienen humedad absorbida y superficial (la última afecta la densidad aparente), en cambio, este ensayo determina la densidad aparente en estado seco.

4.3 Se incluye un procedimiento para calcular el porcentaje de huecos entre las partículas de

5. Aparatos

5.1 Balanza - Una balanza o pesa que marque con una precisión de 0,1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso, graduada como mínimo en 0,1 lb [0.05 kg].

El rango de uso deberá ser considerado para cubrir desde la masa del recipiente vacío hasta la masa del recipiente más su contenido a 120 lb/ft<sup>3</sup> [1920 kg/m<sup>3</sup>].

5.2 Pisón - Una vara de acero, de 5/8 pulg [16 mm] de diámetro y aproximadamente 24 pulg [600 mm] de largo, con uno o ambos extremos redondeados en forma hemisférica, cuyo diámetro sea de 5/8 pulg [16 mm].

5.3 Recipiente de medida - Un recipiente cilíndrico de metal, de preferencia provisto de asas. Deberá ser hermético, con la parte superior e inferior paralela y nivelada, y lo suficientemente rígido para mantener su forma a pesar del maltrato. La medida deberá tener una altura aproximadamente igual al diámetro, pero en ningún caso la altura podrá ser inferior al 80% ni superior al 150% del diámetro. La capacidad de la medida deberá adecuarse a los límites de la Tabla 1 para el tamaño de los áridos que serán ensayados. El espesor del metal de la medida se encuentra descrito en la Tabla 2. El borde superior debe ser suave y plano dentro de 0,01 pulg [0,25 mm] y ser paralelo al fondo dentro de 0,5° (Nota 2). La pared interior de la medida debe ser una superficie suave y continua.

Nota 2 - El borde superior será satisfactoriamente plano si no se puede insertar una cinta calibradora de 0,01 pulg (0,25 mm) entre el borde y una pieza de 1/4 pulg [6 mm] o una placa de vidrio más gruesa colocada sobre el recipiente. La parte superior e inferior se encontrarán satisfactoriamente paralelas si la pendiente de la placa de vidrio en contacto con la parte superior e inferior no excede el 8,7% en cualquiera dirección.

5.3.1 Si el recipiente se empleará también para ensayar la densidad aparente del hormigón recién mezclado de acuerdo al Método de Ensayo C 138, el recipiente deberá ser de acero u otro metal adecuado que no sea atacado por la pasta de cemento. Los materiales reactivos, como las aleaciones de aluminio se encuentran permitidos, porque con la reacción inicial se forma una película superficial que protege el metal contra la corrosión.

5.3.2 Los recipientes más grandes que la capacidad nominal de 1 ft<sup>3</sup> (28 L) deberán ser de acero para obtener la rigidez o bien, deberían incrementarse adecuadamente los espesores mínimos mencionados en la Tabla 2.

5.4 Pala o poruña - Una pala o poruña de tamaño conveniente para llenar el recipiente con áridos.

5.5 Equipo de calibración - Una placa de vidrio, de preferencia de 1/4 pulg [6 mm] de espesor y de al menos 1 pulg [25 mm] más grande que el diámetro del recipiente que será calibrado. Una fuente de abastecimiento de agua y un bastidor engrasado que pueda colocarse en el borde del recipiente para evitar pérdidas.

## 8. Calibración del recipiente

8.1 Llene el recipiente con agua a temperatura ambiente y cúbralo con una placa de vidrio de manera de eliminar las burbujas y el exceso de agua.

8.2 Determine la masa del agua en el recipiente usando la balanza descrita en

8.3 Mida la temperatura del agua y determine su densidad a partir de la Tabla 3, haciendo una interpolación si fuera necesario.

TABLA 3 Densidad del agua

Tamaño máximo nominal Capacidad del recipiente<sup>A</sup> de los áridos

Pulg.	mm	Ft <sup>3</sup>	L (m <sup>3</sup> )
1/2	12,5	1/10	2,8 (0,0028)
1	25,0	1/3	9,3 (0,0093)
1 1/2	37,5	1/2	14 (0,014)
3	75	1	28 (0,028)
4	100	2	70 (0,070)
5	125	3	100 (0,100)

A El tamaño señalado del recipiente deberá usarse para ensayar áridos de tamaño máximo nominal igual o menor que los mencionados. El volumen real del recipiente deberá ser de al menos un 95% del volumen nominal mencionado.

TABLA 2 Requisitos para los recipientes

Capacidad del	Espesor del metal, min Fondo 1 1/2 pulg (38		
Resto de recipiente	mm)	superior de	la pared la pared
Menos de 0,4 ft <sup>3</sup>	0,20 pulg	0,10 pulg	0,10 pulg
0, 4 ft <sup>3</sup> a 1, 5 ft <sup>3</sup> , incl	0, 20 pulg	0, 20 pulg	0, 12 pulg
sobre 1,5 a 2,8 ft <sup>3</sup> , incl	0,40 pulg	0,25 pulg	0,15 pulg

Sobre 2,8 a 4,0 ft <sup>3</sup> , incl	0,50 pulg	0,30 pulg	0,20 pulg
Menos de 11 L	5,0 mm	2,5 mm	2,5 mm
11 a 42 L, incl	5,0 mm	5,0 mm	3,0 mm
sobre 42 a 80 L, incl	10,0 mm	6,4 mm	3,8 mm
sobre 80 a 133 L, incl	13,0 mm	7,6 mm	5,0 mm

A El espesor adicional en parte superior de la pared puede obtenerse colocando un anillo de refuerzo alrededor de la parte superior del recipiente.

## 6. Muestreo

6.1 Obtenga la muestra de acuerdo con la Práctica D 75, y reduzca el tamaño de la muestra de ensayo de acuerdo con la Práctica C 702.

## 7. Muestra de ensayo

7.1 El tamaño de la muestra de ensayo deberá ser de aproximadamente un 125 a 200% de la cantidad requerida para llenar el recipiente, y deberá ser manipulada de manera de evitar la segregación. Seque la muestra de ensayo hasta masa constante, de preferencia en un horno a  $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$  [ $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ].

Temperatura		lb/ft <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
°F	°C		
60	15,6	62,366	999,01
65	18,3	62,336	998,54
70	21,1	62,301	997,97
73,4	23,0	62,274	997,54
75	23,9	62,261	997,32
80	26,7	62,216	996,59
85	29,4	62,166	995,83

8.4 Calcule el volumen, V, del recipiente, dividiendo la masa de agua requerida para llenar el recipiente por su densidad. Alternativamente, calcule el factor

para el recipiente ( $1/V$ ), dividiendo la densidad del agua por la masa requerida para llenar el recipiente.

Nota 3 - Para calcular la densidad aparente, el volumen del recipiente en unidades del SI debería estar expresado en metros cúbicos, o el factor como  $1/m^3$ . Sin embargo, por conveniencia, el tamaño del recipiente puede ser expresado en litros.

8.5 Los recipientes deben ser recalibrados al menos una vez al año o cuando existan dudas sobre la precisión de la calibración.

## 9. Selección del procedimiento

9.1 El procedimiento suelto para la densidad aparente en condición suelta deberá utilizarse sólo cuando quede estipulado específicamente. De lo contrario, la densidad aparente en condición compactada será determinada por el procedimiento de apisonado para los áridos que posean un tamaño máximo nominal de  $1\ 1/2$  pulg

[37,5 mm] o menos, o por el procedimiento asentado para áridos de tamaño máximo nominal mayor a  $1\ 1/2$  pulg [37,5 mm] y que no excedan las 5 pulg [155 mm].

## 10. Procedimiento apisonado

10.1 Llene un tercio del recipiente y nivele la superficie con los dedos. Apisone la capa de áridos con 25 golpes de pisón distribuidos en forma pareja sobre la superficie. Llene el segundo tercio del recipiente y nuevamente nivele y apisone de la manera indicada.

Finalmente, llene el recipiente hasta rebalsar y apisone de la manera señalada. Nivele la superficie de los áridos con los dedos o con una regla de manera que las partículas más grandes de los áridos gruesos rellenen equilibradamente los espacios más grandes que aparezcan en la superficie.

10.2 Al apisonar la primera capa, no se debe apisonar o golpear violentamente el fondo del recipiente. Al apisonar la segunda y tercera capa, hágalo vigorosamente, pero sin que el pisón atravesase la capa previa de áridos.

Nota 4 - Al apisonar los tamaños mayores de áridos gruesos, podría ser imposible penetrar la capa que está siendo consolidada, especialmente con

áridos angulares. El objetivo del procedimiento se alcanzará si se emplea un esfuerzo vigoroso.

10.3 Determine la masa del recipiente con su contenido, y la masa del recipiente solo, e informe los valores aproximados a la 0,1 lb [0,05 kg] más cercana.

## 11. Procedimiento asentado

11.1 Llene el recipiente con tres capas aproximadamente iguales de áridos. Compacte cada capa colocando el recipiente sobre una base firme, como un piso de hormigón de cemento, levantando los lados opuestos alternadamente unas 2 pulg [50 mm], y permitiendo que el recipiente caiga con un golpe seco. Mediante este procedimiento, las partículas de los áridos se acomodarán en una condición densamente compactada. Compacte cada capa dejando caer el recipiente 50 veces en la forma descrita, 25 veces en cada lado. Nivele la superficie de los áridos con los dedos o con una regla de manera que las proyecciones de las piezas grandes de los áridos gruesos rellenen equilibradamente los espacios más grandes que aparecen bajo la superficie del recipiente.

11.2 Determine la masa del recipiente con su contenido, y la masa del recipiente solo, e informe los valores aproximados a la 0,1 lb [0,05 kg] más cercana.

## 12. Procedimiento suelto

12.1 Llene el recipiente hasta rebalsar con una pala o poruña, descargando los áridos desde una altura que no exceda las 2 pulg [50 mm] sobre la parte superior del recipiente. Evite al máximo la segregación de las partículas de la muestra. Nivele la superficie de los áridos con los dedos o con una regla de manera que las proyecciones de las piezas grandes de los áridos gruesos rellenen equilibradamente los espacios más grandes que aparecen bajo la superficie del recipiente.

12.2 Determine la masa del recipiente con su contenido y la masa del recipiente solo, e informe los valores aproximados a la 0,1 lb [0,05 kg] más cercana.

### 13. Cálculos

13.1 Densidad aparente - Calcule la densidad aparente para el procedimiento apisonado, compactado o suelto, de la manera siguiente:

$$M = (G - T) / V \quad (1)$$

ó

$$M = (G - T) \times F \quad (2)$$

donde:

M = densidad aparente de los áridos, lb/ft<sup>3</sup> [kg/ m<sup>3</sup>],

G = masa de los áridos más el recipiente, lb [kg], T = masa del recipiente, lb [kg],

V = volumen del recipiente, ft<sup>3</sup> [m<sup>3</sup>], y F = factor para el recipiente, ft<sup>-3</sup> [m<sup>-3</sup>].

13.1.1 La densidad aparente determinada mediante este método de ensayo es para áridos en condición secada en horno. Si se desea obtener la densidad aparente en términos de condición saturada superficialmente seca (SSS), use el procedimiento exacto de este método y luego calcule la densidad aparente SSS utilizando la fórmula siguiente:

$$M_{SSS} = M [1 + (A/100)] \quad (3)$$

donde:

M<sub>SSS</sub> = densidad aparente en condición SSS, lb/ft<sup>3</sup> [kg/ m<sup>3</sup>], y

A = % de absorción, determinado de acuerdo con el Método de ensayo C 127 ó C 128.

13.2 Contenido de huecos - Calcule el contenido de huecos en los áridos empleando la densidad aparente determinada por los procedimientos apisonado, asentado o suelto, como sigue:

$$\% \text{ huecos} = 100[(S \times W) - M] / (S \times W) \quad (4)$$

donde:

M = densidad aparente de los áridos, lb/ft<sup>3</sup> [kg/ m<sup>3</sup>],

S = peso específico (en base seca) como se determina con el Método de ensayo C 127 ó C 128, y

W = densidad del agua, 62,3 lb/ft<sup>3</sup> [998 kg/ m<sup>3</sup>].

#### 14. Informe

14.1 Informe los resultados para la densidad aparente aproximada a la 1 lb/ft<sup>3</sup> [10 kg/ m<sup>3</sup>] como sigue:

14.1.1 Densidad aparente apisonada, o

14.1.2 Densidad aparente asentada, o

14.1.3 Densidad aparente suelta.

14.2 Informe los resultados para el contenido de huecos aproximando al 1 % más cercano, de la siguiente manera:

14.2.1 Huecos en los áridos compactados por apisonado, %, o

14.2.2 Huecos en los áridos compactados por asentado, %, o

14.2.3 Huecos en los áridos sueltos, %.

#### 15. Precisión y sesgo

15.1 Las estimaciones de precisión para este método de ensayo se basan en los resultados del Proficiency Sample Program del Materials Reference Laboratory (AMRL) de la AASHTO, con los ensayos realizados con este Método de Ensayo y con el Método T 19/T19M de la AASHTO. No existen grandes diferencias entre ambos métodos de ensayo. Los datos se basan en el análisis de los resultados de ensayo de más de 100 pares de resultados de ensayo de entre 40 y 100 laboratorios.

15.2 Aridos gruesos (densidad aparente):

15.2.1 Precisión con un mismo operador - La desviación estándar para un mismo operador ha sido determinada en 0,88 lb/ft<sup>3</sup> [14 kg/ m<sup>3</sup>] (1s).

Por lo tanto, los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente por el mismo operador con materiales similares no deberían diferir en más de 2,5 lb/ft<sup>3</sup> [40 kg/ m<sup>3</sup>] (d2s). -

15.2.2 Precisión multilaboratorios desviación estándar multilaboratorios ha sido determinada en 1,87 lb/ft<sup>3</sup> [30 kg/ m<sup>3</sup>] (1s). Por lo tanto, los resultados de

dos ensayos realizados adecuadamente por dos laboratorios diferentes con materiales similares no deberían diferir en más de 5,3 lb/ft<sup>3</sup> [85 kg/ m<sup>3</sup>] (d2s).

15.2.3 Estos números representan, respectivamente, los límites (1s) y (d2s) descritos en la Práctica C 670. Estas estimaciones de precisión se basan en la información de muestreo del AMRL para la densidad aparente por apisonado para áridos de peso normal, con un tamaño máximo nominal de 1 pulg [25 mm] y empleando un recipiente de 1/2 ft<sup>3</sup> [14 L].

15.3 Arido fino (densidad aparente):

15.3.1 Precisión con un mismo operador - La desviación estándar para un mismo operador ha sido determinada en 0,88 lb/ft<sup>3</sup> [14 kg/ m<sup>3</sup>] (1s).

Por lo tanto, los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente por el mismo operador con materiales similares no deberían diferir en más de 2,5 lb/ft<sup>3</sup> [40 kg/ m<sup>3</sup>] (d2s). - La

15.3.2 Precisión multilaboratorios desviación estándar multilaboratorios ha sido determinada en 2,76 lb/ft<sup>3</sup> [44 kg/ m<sup>3</sup>] (1s). Por lo tanto, los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente por dos laboratorios diferentes con materiales similares no deberían diferir en más de 7,8 lb/ft<sup>3</sup> [125 kg/ m<sup>3</sup>] (d2s).

15.3.3 Estos números representan, respectivamente, los límites (1s) y (d2s) descritos en la Práctica C 670. Estas estimaciones de precisión se basan en la información de muestreo del AMRL para la densidad aparente suelta, de laboratorios que utilizaron recipientes de 1/10 ft<sup>3</sup>

15.4 No se dispone de información precisa sobre el contenido de huecos, sin embargo, como el contenido de huecos en los áridos se calcula a partir de la densidad aparente y del peso específico suelta, la precisión del contenido de huecos refleja la precisión de esos parámetros medidos señalados en 15,2 y 15,3 de este método de ensayo y en los Métodos de ensayo C 127 y C 128.

15. 5 Sesgo - El procedimiento en este método de ensayo para medir la densidad aparente y el contenido de huecos no tiene sesgo porque los valores para la densidad aparente y el contenido de huecos pueden ser definidos sólo en términos de un método de ensayo.

16. Palabras clave

16.1 árido; densidad aparente; árido grueso; densidad; árido fino; peso unitario; huecos en los áridos.

**AGREGADOS. ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO  
FINO, GRUESO Y GLOBAL NTP 400.012**

AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

## 1. OBJETO

La presente Norma Técnica Peruana establece el método para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado fino, grueso y global por tamizado.

Los valores indicados en el SI deben ser considerados como estándares. La ASTM E 11 designa los tamices en pulgadas, para esta Norma Técnica Peruana, se designan en unidades SI exactamente equivalentes.

## 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia en todo momento.

### 2.1 Normas Técnicas Peruanas

2.1.1 NTP 339.047:2006 HORMIGÓN (CONCRETO). Definiciones y Terminologías relativas al hormigón y agregados

2.1.2 NTP 350.001:1970 TAMICES DE ENSAYO

2.1.3 NTP 400.010:2011 AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras

2.1.4 NTP 400.011:2008 AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)

2.1.5 NTP 400.018:2002 AGREGADOS. Método de ensayo Normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (200) por lavado en agregados

2.1.6 NTP 400.037:2000 AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)

2.1.7 NTP 400.043:2006 AGREGADOS. Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo

2.2 Normas Técnicas de Asociación

2.2.1 ASTM C 637:2009 Especificación estándar para agregados para concreto blindado contra radiación

2.2.2 ASTM C 670:2010 Practica para preparación de los términos precisión y tendencia para métodos de ensayo en materiales de construcción

2.2.3 ASTM E 11-09e1 Especificación estándar para tamices de alambre tejido

2.2.4 AASHTO T 27:2011 Método estándar de ensayo para análisis granulométrico de agregados finos y gruesos

© INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.012

PERUANA 3 de 15

### 3. CAMPO DE APLICACIÓN

3.1 Esta Norma Técnica Peruana se aplica para determinar la gradación de materiales propuestos para su uso como agregados o los que están siendo utilizados como tales. Los resultados serán utilizados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos que exige la especificación técnica de la obra y proporcionar los datos necesarios

para el control de la producción de agregados. Los datos también pueden ser utilizados para correlacionar el esponjamiento y el embalaje.

3.2 La determinación exacta del material más fino que la malla de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) no puede ser obtenida por esta Norma Técnica Peruana. Se utilizará la NTP 400.018.

3.3 Para la determinación de los agregados gruesos consultar los métodos de muestreo y análisis en la ASTM C 637.

#### 4. DEFINICIONES

Para los términos utilizados en esta Norma Técnica Peruana, referirse a la NTP 400.011, NTP 339.047 y NTP 400.037.

#### 5. RESUMEN DEL MÉTODO

Una muestra de agregado seco, de masa conocida, es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas.

#### NORMA TÉCNICA NTP 400.012

PERUANA 4 de 15

#### 6. APARATOS

6.1 Balanzas: Las balanzas utilizadas en el ensayo de agregado fino, grueso y global deberán tener la siguiente exactitud y aproximación:

6.1.1 Para agregado fino, con aproximación de 0,1 g y exacta a 0,1 g ó 0,1 % de la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso.

6.1.2 Para agregado grueso o agregado global, con aproximación y exacta a 0,5 g

ó 0,1 % de la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso.

6.2 Tamices: Los tamices serán montados sobre armaduras construidas de tal manera que se prevea pérdida de material durante el tamizado. Los tamices cumplirán con la NTP 350.001.

NOTA 1: Es recomendable que los tamices montados en marcos mayores que los normalizados de 203,2 mm de diámetro, se usen para ensayos del

agregado grueso y del global; para reducir la posibilidad de sobrecarga de los tamices. Véase el apartado 8.3

6.3 Agitador mecánico de tamices: Un agitador mecánico impartirá un movimiento vertical o movimiento lateral al tamiz, causando que las partículas tiendan a saltar y girar presentando así diferentes orientaciones a la superficie del tamizado. La acción del tamizado será tal que el criterio para un adecuado tamizado descrito en el apartado 8.4 esté dentro de un periodo de tiempo razonable.

NOTA 2: El uso del agitador mecánico es recomendado cuando la cantidad de la muestra es de 20 kg o mayor y puede ser utilizado para muestras más pequeñas incluyendo el agregado fino. El tiempo excesivo (aproximadamente más de 10 min) para conseguir un adecuado tamizado puede resultar en degradación de la muestra. El mismo agitador mecánico puede no ser práctico para todos los tamaños de muestra; mientras que una gran área del tamiz necesaria para un tamizado práctico del agregado grueso o global de gran tamaño nominal, igualmente podría resultar en la pérdida de una porción de la muestra si se usa para una pequeña muestra de agregado grueso o agregado fino.

6.4 Horno: Un horno de medidas apropiadas capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

NORMA TÉCNICA NTP 400.012

PERUANA 5 de 15

## 7. MUESTREO

7.1 Tomar la muestra de agregado de acuerdo a la NTP 400.010. El tamaño de

la muestra de campo deberá ser la cantidad indicada en la NTP 400.010 o cuatro veces la cantidad requerida en los apartados 7.4 y 7.5 (excepto con la modificación que se presenta en el apartado 7.6), la que sea mayor.

7.2 Mezclar completamente la muestra y reducirla a la cantidad necesaria para el ensayo utilizando los procedimientos descritos en la práctica normalizada NTP 400.043. La muestra para el ensayo será aproximadamente de la

cantidad deseada cuando esté seca y deberá ser el resultado final de la reducción. No se permitirá la reducción a una cantidad exacta predeterminada.

NOTA 3: Cuando el ensayo propuesto sea el de análisis granulométrico, incluyendo la determinación del material más fino que la malla de 75  $\mu\text{m}$  (Nº 200), la muestra podrá ser reducida en el campo para evitar el envío de excesiva cantidad de material al laboratorio.

7.3 Agregado fino: La cantidad de la muestra de ensayo, luego del secado, será de 300 g mínimo.

7.4 Agregado grueso: La cantidad de muestra de ensayo de agregado grueso será conforme a lo indicado en la Tabla A.1 (véase Anexo A).

7.5 Agregado global: La cantidad de muestra de ensayo de agregado global será la misma que para la del agregado grueso. Véase el apartado 7.4 y Tabla A.1 (véase Anexo A)

7.6 Muestras de agregado grueso y agregado global de mayor tamaño: La cantidad de muestra requerida para agregados con tamaños máximos nominales a 50 mm o mayores debe ser tal como para evitar la reducción de la muestra y ensayada como una unidad; excepto con cuarteador y agitador mecánico de tamices de capacidad suficiente. Cuando no se disponga de estos equipos, en lugar de combinar y mezclar incrementos de muestra para luego reducirla a una muestra de ensayo, como una opción, se puede realizar el tamizado de aproximadamente igual número de incrementos de tal modo que el total de la masa ensayada cumpla con los requisitos del apartado 7.4.

NORMA TÉCNICA NTP 400.012

PERUANA 6 de 15

7.7 En el caso que la determinación de la cantidad de material más fino que la malla 75  $\mu\text{m}$  (Nº 200) sea realizada mediante el método descrito en la NTP 400.018, se procederá como sigue:

7.7.1 Para agregados con tamaño máximo nominal de 12,5 mm o menores, utilizar la muestra de ensayo que se utiliza en la NTP 400.018 y este método. Primero ensayar la muestra de acuerdo con la NTP 400.018 completando la

operación de secado final, luego tamizar la muestra en seco como se estipula en los apartados 8.2 hasta 8.7 de esta Norma Técnica Peruana.

7.7.2 Para agregados con tamaño máximo nominal mayores a 12,5 mm utilizar una muestra de ensayo simple como se describe en el apartado 7.7.1 o una muestra simple separada por el método de ensayo que describe la NTP 400.018.

7.7.3 Cuando la especificación requiera la determinación de la cantidad total de material más fino que la malla de 75  $\mu\text{m}$  (Nº 200) por lavado y secado, utilizar el procedimiento descrito en el apartado 7.7.1.

## 8. PROCEDIMIENTO

8.1 Secar la muestra a peso constante a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

NOTA 4: Para ensayos de control, particularmente cuando se deseen resultados rápidos no es necesario secar el agregado grueso para el análisis granulométrico. Los resultados son ligeramente afectados por el contenido de humedad a menos que: (1) el tamaño máximo nominal es menor que 12,5 mm; (2) el agregado grueso contenga apreciable cantidad de material más fino que 4,75 mm (Nº 4); ó (3) el agregado grueso es altamente absorbente (ejemplo un agregado ligero). También las muestras pueden ser secadas a una temperatura alta utilizando planchas calientes sin afectar los resultados, manteniendo los escapes de vapor sin generación de presiones suficientes como para fracturar las partículas y, temperaturas que no sean mayores como para causar el rompimiento químico del agregado.

8.2 Se seleccionarán tamaños adecuados de tamices para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material a ser ensayado. El uso de tamices adicionales puede ser necesario para obtener otra información, tal como módulo de fineza o para regular la cantidad de material sobre un tamiz. Encajar los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocar la muestra sobre el

NORMA TÉCNICA NTP 400.012

PERUANA 7 de 15 tamiz superior. Agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico por un período suficiente, establecido por tanda o verificado por la medida de la muestra ensayada, para obtener los criterios de suficiencia o tamizado descritos en el apartado 8.4.

8.3 Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar la abertura del tamiz un número de veces durante la operación de tamizado. Para tamices con aberturas menores que 4,75 mm (N° 4), la cantidad retenida sobre alguna malla al completar el tamizado no excederá a 7 kg/m<sup>2</sup> de área superficial de tamizado (Nota 5). Para tamices con aberturas de 4,75 mm (N°

4) y mayores, la cantidad retenida en kg no deberá sobrepasar el producto de 2,5 x (abertura del tamiz en mm x (área efectiva de tamizado, m<sup>2</sup>). Esta cantidad se muestra en la Tabla A.2 (véase Anexo A) para 5 dimensiones de tamices de uso común. En ningún caso la cantidad retenida será mayor como para causar deformación permanente al tamiz.

8.3.1 Prevenir una sobrecarga de material sobre un tamiz individual por uno de los siguientes procedimientos:

8.3.1.1 Colocar un tamiz adicional con abertura intermedia entre el tamiz que va a ser sobrecargado y el tamiz inmediatamente superior en la disposición original de tamices.

8.3.1.2 Separar la muestra en dos o más porciones, tamizando cada porción individual. Combinar las masas de cada porción retenidas sobre un tamiz especificado antes de calcular el porcentaje de la muestra sobre el tamiz.

8.3.1.3 Utilizar tamices de mayor armazón que provean mayor área de tamizado.

NOTA 5: La cantidad de 7 kg/m<sup>2</sup> a 200 g para los diámetros usuales de tamiz de 203,2 mm (con superficie efectiva de tamizado de 190,5 mm (7,5 pulgadas) de diámetro).

8.4 Continuar el tamizado por un período suficiente, de tal manera que al final no más del 1 % de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él durante 1 min de tamizado manual como sigue: Sostener

firmemente el tamiz individual con su tapa y fondo bien ajustado en posición ligeramente inclinada en una mano. Golpear el filo contra el talón de la otra mano con un movimiento hacia arriba y a una velocidad de cerca de 150 veces por min, girando el tamiz un sexto de una revolución por cada 25 golpes. En la determinación de la eficacia del tamizado para medidas mayores de 4,75 mm (N° 4), limitar a una capa simple de partículas sobre el tamiz. Si la medida del tamiz hace

© INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservado

NORMA TÉCNICA NTP 400.012

PERUANA 8 de 15

Impracticable el movimiento de tamizado descrito, utilizar el tamiz de 203 mm de diámetro para verificar la eficiencia del tamizado.

8.5 En el caso de mezclas de agregados gruesos y finos, consultar el apartado

8.3.1 para evitar la sobrecarga de tamices individuales.

8.5.1. Opcionalmente, la porción más fina que la malla de 4,75 mm (N° 4), puede ser reducida utilizando un sacudidor mecánico de acuerdo con el método NTP 400.043. Si se siguió este procedimiento, calcular la masa del incremento de cada medida de la muestra original como sigue:

Donde:

A = masa del incremento de la medida sobre la base de la muestra total.

W1 = masa de la fracción más fina que la malla de 4,75 mm (N° 4) en la muestra total.

W2 = masa de la porción reducida de material más fino que la malla de 4,75 mm (N° 4) efectivamente tamizada.

B = masa del incremento en la porción reducida tamizada.

8.6 A no ser que se utilice un sacudidor mecánico, tamizar manualmente las partículas mayores que 75 mm para la determinación de las aberturas menores de tamiz a través de las que cada partícula debe pasar.

Empezar con el menor tamiz utilizado. Alternar las partículas, si es necesario, para determinar si pasarán a través de una abertura particular; de cualquier modo no fuerce las partículas a pasar a través del tamiz.

8.7 Determinar la masa de cada incremento de medida sobre una balanza conforme a los requerimientos especificados en el apartado 5.1 aproximando al 0,1 % más cercano de la masa total original de la muestra seca. La masa total de material luego del tamizado deberá ser verificada con la masa de la muestra colocada sobre cada tamiz.

NORMA TÉCNICA NTP 400.012

PERUANA 9 de 15

La cantidad difiere en más de 0,3 %, sobre la masa seca original de la muestra, el resultado no deberá utilizarse para propósitos de aceptación.

8.8 Si la muestra fue previamente ensayada por el método descrito en la NTP 400.018, adicionar la masa del material más fino que la malla de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) determinada por el método de tamizado seco.

## 9. CÁLCULO

9.1 Calcular el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz, aproximando al 0,1 % más cercano de la masa seca inicial de la muestra. Si la misma muestra fue primero ensayada por el método de ensayo que se describe en la NTP 400.018, incluir la masa de material más fino que la malla de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) calculada por el método de lavado y utilizar el total de la masa de la muestra seca previa al lavado descrito en el método de ensayo de la NTP 400.018, como base para calcular todos los porcentajes.

9.1.1 Cuando se ensayan incrementos de la muestra, como se indica en el apartado 7.6, se utilizará el total de la masa de la porción del incremento retenido en cada tamiz, para calcular los porcentajes que se mencionan en el apartado 9.1.

9.2 Cuando se requiera, calcular el módulo de fineza, sumando el porcentaje acumulado retenido de material de cada uno de los siguientes tamices (porcentaje• acumulado retenido) y dividir la suma entre 100: 150  $\mu\text{m}$  (N° 100);

300  $\mu\text{m}$  (N° 50); 600  $\mu\text{m}$  (N° 30); 1,18 mm (N° 16); 2,36 mm (N° 8); 4,75 mm (N° 4); 9,5 mm (3/8 de pulgada); 19,0 mm (3/4 de pulgada); 37,5 mm (1 1/2 pulgada) y. mayores; incrementando en la relación 2 a 1.

## 10. REPORTE

10.1 Dependiendo de las especificaciones para el uso del material, el reporte incluirá lo siguiente:

NORMA TÉCNICA NTP 400.012

PERUANA 10 de 15

10.1.1 Porcentaje total que pasa cada tamiz.

10.1.2 Porcentaje total retenido en cada tamiz.

10.1.3 Porcentaje retenido entre tamices consecutivos.

10.2 Reportar los porcentajes en números enteros, excepto que si el porcentaje que pasa la malla de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) es menor del 10 %, se aproximará al 0,1 % más cercano.

10.3 Reportar el módulo de fineza, cuando se solicite, al 0,01.

## 11. PRECISIÓN Y DESVIACIÓN

11.1 Precisión: La estimación de la precisión para este método de ensayo se presenta en la Tabla A.3 (Véase Anexo A). Los estimados están basados en los resultados obtenidos por "AASHTO Materials Reference Laboratory Proficiency Sample Program" (Programa de Muestreo del Laboratorio de Materiales de Referencia de AASHTO), con ensayos realizados con el método ASTM C 136 y AASHTO T 27.

Los datos se basaron en resultados de 65 a 233 laboratorios que ensayaron en 18 pares de muestras de referencia de agregado grueso y de 74 a 222 laboratorios que ensayaron 17 pares de muestras de referencia de agregado fino (muestras N° 21 al 90), los valores de la tabla se dan para diferentes rangos del porcentaje total del agregado que pasa un tamiz.

11.1.1 Los valores de la precisión para el agregado fino de la Tabla A.3 (Véase Anexo A) se realizaron con 500 g de muestra de ensayo. La revisión de este método en 1994 permitió reducir la muestra a un mínimo de 300 g. El análisis de los resultados de muestras de referencia con 300 g y 500 g, las muestras

99 y 100 (las muestras 99 y 100 fueron esencialmente idénticas) produjeron los valores de precisión de la Tabla A.4 (Véase Anexo A), que indican solamente diferencias menores debido al tamaño de muestra.

NOTA 6: Los valores del agregado fino de la Tabla A.3 serán revisados para reflejar la muestra de ensayo de 300 g, cuando se ha ensayado un número suficiente de muestras de referencia utilizando aquel tamaño de muestra que provea datos confiables.

© INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.012

PERUANA 11 de 15

11.2 Desviación: Mientras no se acepte un material de referencia adecuado para determinar la desviación en este método de ensayo, no se establecerá la desviación.

## 12. ANTECEDENTES

12.1 ASTM C 136:2006 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

12.2 NTP 400.012:2001 AGREGADOS. Análisis granulométrico Del agregado fino, grueso y global

NORMA TÉCNICA NTP 400.012

PERUANA 12 de 15

© INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

TABLA A.2 - Máxima cantidad permitida de material retenido sobre un tamiz, kg

Abertura nominal del Tamiz, mm	DIMENSIÓN NOMINAL DEL TAMIZ A				
	203,2 mm	254 mm	304,8 mm	350 por 350	372 por 580
	diám.B	diám.B	diám.B	mm	mm
	ÁREA DE TAMIZADO, m <sup>2</sup>				
	0,0285	0,0457	0,0670	0,1225	0,2158
125 C	C	C	C	67,4	
100 C	C	C	30,6	53,9	

90	C	C	15,1	27,6	48,5
75	C	8,6	12,6	23,0	40,5
63	C	7,2	10,6	19,3	34,0
50	3,6	5,7	8,4	15,3	27,0
37,5	2,7	4,3	6,3	11,5	20,2
25,0	1,8	2,9	4,2	7,7	13,5
19,0	1,4	2,2	3,2	5,8	10,2
12,5	0,89	1,4	2,1	3,8	6,7
9,5	0,67	1,1	1,6	2,9	5,1
4,75	0,33	0,54	0,80	1,5	2,6

A Dimensiones del tamiz en pulgadas: Diámetro de 8,0 pulgadas, diámetro de 10,0 pulgadas; diámetro de 12 pulgadas; de 13,8 pulgadas x 13,8 pulgadas (14 pulgadas x 14 pulgadas nominal); 14,6 pulgadas x 22,8 pulgadas (16 pulgadas x 24 pulgadas nominal).

B El área de los tamices circulares se basa sobre su diámetro efectivo 12,7 mm (1/2 pulg) menos que el diámetro nominal, dado que la especificación E 11 permite que la soldadura entre el tamiz y el marco (armazón) sea hasta de 6,35 mm (1/4 pulgada) sobre el tamiz. De este modo el diámetro efectivo de tamizado para un tamiz de 203,2 mm (8 pulg) es 190,5 mm (7,5 pulg). Los fabricantes de tamices no deben sobrepasar de 6,35 mm (1/4 pulgada) de espesor de soldadura sobre el tamiz.

C Los tamices indicados tienen menos de cinco aberturas y no deberán ser utilizados para tamizado, excepto como está previsto en el apartado 8.6.

**AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO  
NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE  
HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE  
AGREGADOS POR SECADO NTP 339.185**

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

## 1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método.

NOTA 1: El tamaño del tamiz se identifica por su designación según la NTP 350.001. La denominación alternativa en paréntesis es a título informativo y no representa un tamaño de tamiz estándar diferente.

## 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

### 2.1 Normas Técnicas Peruanas

#### 2.1.1 NTP 350.001:1970 TAMICES DE ENSAYO

(Revisada el 2012)

NORMA TÉCNICA

NTP 339.185

PERUANA

2 de 8

2.1.2 NTP 339.047:2006 HORMIGON (CONCRETO). Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados

2.1.3 NTP 400.010:2011 AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras

2.1.4 NTP 400.011: 2008 AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concreto)

2.1.5 NTP 400.021:2002 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

2.1.6 NTP 400.022:2002 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado fino

2.1.7 NTP 400.036:1986 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el porcentaje de poros en el agregado (Revisada el 2011)

2.2 Norma Técnica de Asociación

2.2.1 ASTM C 670:2010 Práctica para la preparación de declaraciones de precisión y desviación de los métodos de ensayo de materiales de construcción

2.3 Otra información

2.3.1 National Research Council Report SHRP-P-619

NORMA TÉCNICA NTP 339.185

PERUANA 3 de 8

### 3. CAMPO DE APLICACIÓN

Este método de ensayo es lo suficientemente exacto para los propósitos habituales. Esta Norma Técnica Peruana se aplica en la corrección de las proporciones de las tandas de los ingredientes para producir concreto. El método generalmente mide la humedad en la muestra de ensayo con mayor confiabilidad que la muestra representa a la fuente de agregado. En aquellos casos en que el agregado está alterado por calor o cuando se requieran

mediciones más refinadas, el ensayo deberá efectuarse usando un horno ventilado con temperatura controlada.

Las partículas más grandes de agregado grueso, especialmente aquellas superiores a 50

mm (2 pulg) requerirán de más tiempo de secado para que la humedad se desplace del interior de la partícula hasta la superficie. El usuario de este método deberá determinar empíricamente si los métodos por secado rápido suministran la suficiente precisión para el fin requerido, cuando se sequen partículas de tamaños mayores.

#### 4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las definiciones que se presentan en la NTP 339.047.

#### 5. APARATOS

5.1 Balanza: Con sensibilidad al 0,1 % del peso de prueba en cualquier punto dentro del rango de uso. Dentro de cualquier intervalo igual al 10 % de la capacidad de la balanza, la indicación del peso deberá tener una precisión dentro del 0,1 % del rango indicado.

5.2 Puente de calor: Un horno ventilado capaz de mantener la temperatura alrededor de la muestra a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Cuando no se requiera un control muy preciso de la temperatura (Véase apartado 3.1), otras fuentes de calor pueden usarse, tales como una plancha o cocina eléctrica o a gas, lámparas caloríficas eléctricas, o un horno microondas ventilado.

5.3 Recipiente para la muestra: Un envase que no sea afectado por el calor y con suficiente capacidad para contener la muestra sin peligro de derramarse.

Tendrá la

© ASTM 2013 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 339.185

PERUANA 4 de 8

Precaución: Cuando se emplee un horno microondas, el recipiente será no-

NOTA 2: Excepto cuando se ensayen muestras muy grandes, una fuente de horneado corriente es aparente para usarse con una cocina o plancha caliente, o cualquier fuente chata de metal se puede emplear con lámparas caloríficas u hornos. Tomar nota de la precaución indicada en el apartado 5.3.1.

5.4 Revolvedor: Una cuchara de metal o espátula de tamaño conveniente.

## 6. MUESTREO

6.1 El muestreo se efectuará de acuerdo con la NTP 400.010, con excepción del tamaño de la muestra.

6.2 Deberá disponerse de una muestra representativa del contenido de humedad de la fuente de abastecimiento que está evaluándose con una masa no menor de la cantidad indicada en la Tabla I. La muestra deberá protegerse contra la pérdida de humedad antes de determinar su masa.

NORMA TÉCNICA NTP 339.185

PERUANA 5 de 8

TABLA 1 - Tamaño de la muestra de agregado

Tamaño máximo nominal de agregado Masa mínima de la muestra de agregado

mm (pulg) de peso normal en kg

4,75 (0,187) (No. 4) 0,5

9,5 (3/8) 1,5

12,5 (1/2) 2,0

19,0 (3/4) 3,0

5,0 (1) 4,0

37,5 (1 1/2) 6,0

50,0 (2) 8,0

63,0 (2 1/2) 10,0

75,0 (3) 13,0

90,0 (3 1/2) 16,0

100,0 (4) 25,0

150,0 (6) 50,0

A Sobre la base de los tamices de la NTP 350.001

B Determinar la masa para muestras mínimas para agregados ligeros multiplicando el valor indicado por la unidad de masa en base seca del agregado en kg/m (determinado mediante el método de ensayo NTP 400.036) y dividido por 1600.

## 7. PROCEDIMIENTO

7.1 Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 % .

7.2 Secar la muestra completamente en el recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de las partículas. Un secado muy rápido puede causar que exploten algunas partículas resultando en pérdidas de partículas. Usar un horno de temperatura controlada cuando el calor excesivo puede alterar las características del agregado o cuando se requiera una medición más precisa. Si se usa una fuente de calor diferente al horno de temperatura controlada revolver la muestra durante el secado para acelerar la operación y evitar sobrecalentamiento localizado. Cuando se use un horno microondas, es opcional el revolver la muestra.

© ASTM 2013 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 339.185

PERUANA 6 de 8

7.2.1 Precaución: cuando se utiliza un horno microondas, los minerales aliados ocasionalmente presentes en los agregados pueden causar que el material se sobrecaliente y explote. Si esto ocurre puede dañar el microondas

7.3 Cuando se use una plancha o cocina, el secado puede acelerarse mediante el siguiente procedimiento: Añadir suficiente alcohol anhidro hasta cubrir la muestra húmeda. Revolver y permitir que el material suspendido se asiente. Decantar la mayor cantidad posible de alcohol sin perder ninguna partícula de la muestra. Encender el alcohol remanente y permitir que arda hasta que se consuma durante el secado de la muestra sobre la plancha o cocina.

Advertencia: Tomar precauciones para controlar la ignición a fin de prevenir lesiones o daños con el alcohol encendido.

7.4 La muestra estará suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0,1 % de pérdida adicional de masa.

7.5 Determinar la masa de la muestra seca con una aproximación de 0,1 % después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza.

## 8. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

8.1 Calcular el contenido de humedad total evaporable de la siguiente manera:

$$P = 100 (W-D) / D$$

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en porcentaje

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos

D = Masa de la muestra seca en gramos

© ASTM 2013 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 339.185

PERUANA 7 de 8

8.2 El contenido de humedad superficial es igual a la diferencia entre el contenido de humedad total evaporable y la absorción, con todos los valores referidos a la masa de una muestra seca. La absorción puede determinarse de acuerdo con la NTP 400.021 o la NTP 400.022.

## 9. PRECISIÓN Y SESGO

### 9.1 Precisión

9.1.1 La desviación estándar para un mismo operador en un mismo laboratorio para el contenido de humedad de los agregados se ha encontrado que es 0,28 % (NOTA 2). En consecuencia, los resultados de dos ensayos efectuados apropiadamente por el mismo operador en el mismo laboratorio y en el mismo tipo de muestra, no deben diferir en más de 0,79 % (NOTA 2) uno del otro.

9.1.2 La desviación estándar entre laboratorios para el contenido de humedad de los agregados se ha encontrado que es 0,28 % (NOTA 2). En consecuencia, los resultados de dos ensayos efectuados apropiadamente por dos laboratorios en la misma muestra, no deben diferir en más de 0,79 % (NOTA 2) uno del otro.

9.1.3 Los datos de ensayo usados para establecer los índices de precisión mencionados en los párrafos anteriores, fueron obtenidos de muestras secadas a masa constante en horno mantenido a  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cuando se emplean otros procedimientos de secado, la precisión de los resultados puede ser significativamente diferentes de los arriba indicados

NOTA 3: Estos números representan respectivamente los límites  $1s$  y  $d2s$  como se describen en la ASTM C 670.

## 9.2 Sesgo

9.2.1 Cuando se comparan resultados experimentales con valores conocidos de especímenes compuestos cuidadosamente, lo siguiente ha sido establecido:

© ASTM 2013 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 339.185

PERUANA 8 de 8

9.2.1.1 El margen de error para ensayos de humedad en un agregado se ha encontrado que tiene un valor medio de +0,06 %. El margen de error para valores de ensayos individuales para el mismo material se ha encontrado que está entre -0,07 % y + 0,20 %.

9.2.1.2 El margen de error para ensayos de humedad en un segundo agregado se ha encontrado que tiene un valor medio  $< +0,01\%$ . El margen de error de valores de ensayos individuales para el mismo material se ha encontrado que está entre -0,14 % y +0,14 %.

9.2.1.3 El margen de error de ensayos de humedad en conjunto, para ambos materiales se ha encontrado que tiene un valor medio de +0,03 %. El margen de error para valores de ensayos individuales, en conjunto para ambos materiales se ha encontrado que está entre -0,12 % y +0,18 %.

9.2.2 Los datos de ensayo usados para establecer los índices de precisión mencionados en los párrafos anteriores, fueron obtenidos de muestras secadas a masa constante en horno, mantenido a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Cuando se emplean otros procedimientos de secado, la precisión de los resultados puede ser significativamente diferente de los antes indicados.

NOTA 4: Los índices de precisión y margen de error establecidos, se han derivado de datos de humedad de agregados suministrados por 17 laboratorios participantes en el Programa de determinación de habilidad de muestras de humedad de suelos del SHRP, el cual es descrito en el reporte del Consejo Nacional de Investigación de USA N° SHRP-P-619. Las muestras ensayadas a las que se refieren estos índices fueron mezclas bien graduadas de agregado fino y grueso con contenidos de humedad oscilantes entre secadas al aire y condición saturada superficialmente seca

## 10. ANTECEDENTES

10.1 NTP 339.185:2002 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

10.2 ASTM C566:2013 Método de prueba estándar para el contenido total de humedad evaporable del agregado por secado

© ASTM 2013 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

**AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO  
NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA  
MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O  
DENSIDAD (“PESO UNITARIO”) Y LOS  
VACÍOS EN LOS AGREGADOS NTP  
400.017**

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados

## 1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la densidad de masa (“Peso unitario”) del agregado en condición suelto o compactado, y calcula los vacíos entre partículas en agregados finos, gruesos o mezcla de ambos basados en la misma determinación. Este método de ensayo es aplicable a los agregados que no excedan los 125 mm como tamaño nominal máximo.

NOTA 1: Peso unitario es la terminología tradicional usada para describir la propiedad determinada por este método de ensayo, que es peso por unidad de volumen (Más correctamente, masa por unidad de volumen o densidad).

## 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia en todo momento.

### 2.1 Normas Técnicas Peruanas

#### 2.1.1 NTP 339.047:2006 HORMIGÓN (CONCRETO).

Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados

NORMA TÉCNICA NTP 400.017

PERUANA 2 de 14

2.1.2 NTP 400.021:2002 AGREGADOS. Método de ensayo para la determinación de peso específico y absorción del agregado grueso

2.1.3 NTP 400.022:2002 AGREGADOS. Método de ensayo para la determinación de peso específico y absorción del agregado fino

2.1.4 NTP 339.046:1979 CONCRETO. Método de ensayo para densidad (Peso unitario), rendimiento, y contenido de aire (Gravimétrico) en el concreto

2.1.5 NTP 400.010:2001 AGREGADOS. Extracción y preparación de muestras

2.2 Normas Técnicas de Asociación

2.2.1 ASTM C 670-2003 Standard Practice for Preparing  
Precision and Bias Statements for Test  
Methods for Construction Materials

2.2.2 AASHTO T 19M/T 19 Standard Method of Test for Bulk  
Density ("Unit Weight") and Voids in  
Aggregate

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a los agregados para determinar la densidad de masa y los vacíos.

NORMA TÉCNICA NTP 400.017

PERUANA 3 de 14

4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones y las contenidas en la NTP 339.047:

4.1 densidad de masa del agregado: Masa de una unidad de volumen de la masa material del agregado, en que el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre partículas, expresado en kg/m<sup>3</sup>.

4.2 peso unitario: Peso (Masa) por unidad de volumen (Este término es obsoleto, es preferible usar el término densidad de masa).

4.3 vacíos: En unidad de volumen del agregado, espacio entre partículas en una masa de agregado no ocupado por la materia sólida del mineral.

## 5. SIGNIFICADO Y USO

5.1 Este método de ensayo es a menudo usado para determinar los valores de densidad de masa que son necesarios para usos en muchos métodos de selección de proporciones para mezclas de concreto.

5.2 La densidad de masa puede también ser usada para determinaciones de las relaciones masa/volumen para conversiones en investigación de mediciones de campo. Sin embargo las relaciones entre el grado de compactación de agregados en una unidad de transporte o depósito logrado en este método de ensayo es desconocido. Además, los agregados en unidades de transporte y depósitos usualmente contienen humedad superficial o absorbida (Que posteriormente afectan la masa), mientras este método de ensayo determina la densidad de masa sobre una base seca.

5.3 Un procedimiento está incluido para el cómputo del porcentaje de vacíos entre las partículas del agregado basados en la densidad de masa determinado por este método de ensayo.

NORMA TÉCNICA NTP 400.017

PERUANA 4 de 14

## 6. APARATOS

6.1 Balanza: Una balanza con exactitud dentro el 0,1% de la carga de ensayo en cualquier punto del rango de uso, con graduación al menos de 0,05 kg. El rango de uso será considerado a ser extendido desde la masa del medidor vacío a la masa del medidor más su contenido hasta 1 920 kg/m<sup>3</sup>

6.2 Varilla de apisonado: Una varilla lisa de acero, redondeada de 16 mm de diámetro y aproximadamente 600 mm de longitud, teniendo un extremo o ambos extremos de forma redondeada tipo semi-esférica, con 16 mm de diámetro.

6.3 Recipiente: Un recipiente cilíndrico de metal, preferiblemente provisto de asas. Será hermético a prueba de agua, con bordes superior e inferior firmes y parejos con precisión en sus dimensiones interiores y suficientemente rígidas para mantener su forma en condiciones severas de uso. El recipiente tendrá una altura aproximadamente igual al diámetro, pero en ningún caso tendrá una altura de menos del 80 % ni más del 150 % del diámetro. La capacidad del recipiente estará de conformidad con los límites de la Tabla 1 para el tamaño del agregado a ser ensayado. El espesor del metal en el recipiente será como se describe en la Tabla 2. El borde superior será liso y plano dentro 0,25 mm y será paralelo a la base dentro los 0,5° (Nota 2). La pared interior del recipiente será lisa y de superficie continua.

TABLA 1 - Capacidad de los recipientes

T nominal máx.      Capacidad del recipienteA  
del agregado

mm	pulg	m <sup>3</sup>	p <sup>3</sup>
12,5	1/2	0,0028 (2,8)	1/10
25,0	1	0,0093 (9,3)	1/3
37,5	1 ½	0,0140 (14)	½
75	3	0,0280 (28)	1
100	4	0,0700 (70)	2 ½
125	5	0,1000 (100)	3 ½

A Los tamaños indicados de los recipientes serán usados para ensayar agregados de un tamaño nominal máximo igual o menor de los listados. El volumen actual del recipiente será al menos 95 % del volumen nominal listado.

NORMA TÉCNICA NTP 400.017

PERUANA 5 de 14

TABLA 2 - Requisitos para los recipientes

Capacidad del Recipiente	Espe- sor del metal, mín Base 38mm de	Sobre Resto de pared

paredA			
menor que 11 L	5,0 mm	2,5mm	2,5mm
11 a 42 L inc	5,0 mm	5,0 mm	3,0 mm
de 42 a 80 L inc	10,0 mm	6,4 mm	3,8 mm
de 80 a 133 L inc	13,0 mm	7,6 mm	5,0 mm
menos que 0.4 p3	0,20 pulg	0,10 pulg	0,10 pulg
de 0,4 a 1,5 p3	0,20 pulg	0,20 pulg	0,12 pulg
de 1,5 a 2,8 p3	0,40 pulg	0,25 pulg	0,15 pulg
De 2,8 a 4,0 p3	0,50 pulg	0,30 pulg	0,20 pulg

ALo indicado como espesor en la porción superior de la pared puede ser obtenida por colocar una banda reforzada alrededor de la borde superior del recipiente.

NOTA 2: El borde superior es satisfactoriamente plano si una lámina metálica de 0,25 mm no puede ser insertada entre el borde y una placa de vidrio de 6 mm de espesor sobre el recipiente. Las bases superiores e inferiores son satisfactoriamente paralelas si la pendiente entre las placas de vidrio en contacto con el tope y base no excede 0,87 % en cualquier dirección.

6.3.1 Si el recipiente también va a ser usado en ensayos para densidad de masa en mezclas de concreto fresco de conformidad con el método de ensayo NTP 339.046, el recipiente será hecho de acero u otro metal sustituto resistente al ataque de la pasta de cemento. Materiales reactivos como aleaciones de aluminio son permitidos, donde como consecuencia de una inicial reacción, una lámina superficial es formada que protege al metal contra la corrosión.

6.3.2 Recipientes mayores que la capacidad nominal de 28 L serán hechos de acero por rigidez, o de espesor mínimo de metal indicado en la Tabla 2 sería un aumento idóneo.

6.4 Pala o cucharón: Una pala o cucharón de un tamaño conveniente para llenar el recipiente con el agregado.

## NORMA TÉCNICA NTP 400.017

PERUANA 6 de 14

### 6.5 Calibración del equipo

6.5.1 Placa de vidrio: Una placa de vidrio, de al menos 6 mm de espesor y al menos 25 mm mayor que el diámetro del recipiente a ser calibrado.

6.5.2 Grasa: Tal como la empleada en bombas de agua, chasis o grasa similar.

6.5.3 Termómetro: Un termómetro con un rango de 10 °C a 32 °C y con lecturas de 0,5 °C

6.5.4 Balanza: Como la descrita en el apartado 6.1.

## 7. MUESTREO

Obtener la muestra de conformidad con la NTP 400.010 y reducirla a tamaño de ensayo de conformidad con la NTP 400.043.

## 8. MUESTRA DE ENSAYO

El tamaño de la muestra será aproximadamente de 125 % a 200 % la cantidad requerida para llenar el recipiente, y será manipulada de manera de evitar la segregación. Secar la muestra de agregado esencialmente a masa constante, preferiblemente en una estufa a 110 °C ± 5 °C.

## NORMA TÉCNICA NTP 400.017

PERUANA 7 de 14

### 9. CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE

9.1 Los recipientes serán calibrados al menos una vez al año o cuando haya razón para cuestionar la exactitud de la calibración.

9.2 Determine la masa de la placa de vidrio y recipiente con exactitud de 0,05 kg.

9.3 Colocar una capa delgada de grasa sobre el borde del recipiente para prevenir la fuga de agua del recipiente.

9.4 Llenar el recipiente con agua a la temperatura ambiente y cubrirlo con la placa de vidrio de forma tal de eliminar las burbujas y exceso de agua. Retirar cualquier molécula de agua que pueda tener sobre-fluidez al interior del recipiente o placa de vidrio.

9.5 Determinar la masa de agua, placa de vidrio y recipiente con exactitud de

0,05 kg

9.6 Medir la temperatura del agua con exactitud de 0,5 °C y determinar su densidad de la Tabla 3, interpolando si es necesario.

9.7 Calcular el volumen V del recipiente. Alternativamente, calcular el factor F del recipiente.

NOTA 3: Para el cálculo de densidad de masa, el volumen del recipiente en unidades del SI será expresado en m<sup>3</sup> o el factor como 1/m<sup>3</sup>. Sin embargo, por conveniencia el tamaño del recipiente puede ser expresado en litros.

NORMA TÉCNICA NTP 400.017

PERUANA 8 de 14

TABLA 3 - Densidad del agua

Temperatura kg/m<sup>3</sup> lb/p<sup>3</sup>

° C	° F		
15,6	60	999,01	62,366
18,3	65	998,54	62,336
21,1	70	997,97	62,301
23,0	73.4	997,54	62,274
23,9	75	997,32	62,261
26,7	80	996,59	62,216
29,4	85	995,83	62,166

## 10. SELECCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

10.1 Para determinar la densidad de masa suelta se usará el proceso de paleo cuando específicamente sea estipulado. De otra manera, la densidad de masa compactada será determinada por el proceso de compactación por apisonado para agregados que tienen un tamaño nominal máximo de 37,5 mm o menos, o por proceso de percusión para agregados que tienen un tamaño nominal mayor que 37,5 mm y que no excedan los 125 m.

## 11. PROCEDIMIENTO DE APISONADO

11.1 Llenar el recipiente a un tercio del total y nivelar la superficie con los dedos. Apisonar la capa de agregado con 25 golpes con la varilla de apisonado uniformemente distribuido sobre la superficie. Llenar el recipiente a los 2 tercios del total y nuevamente nivelar y apisonar como anteriormente. Finalmente, llenar el recipiente a sobre-volumen y apisonar nuevamente de la forma indicada líneas arriba. Nivelar la superficie del agregado con los dedos o una espátula de manera que cualquier proyección leve de las partículas mas grandes del agregado grueso aproximadamente equilibre los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

NORMA TÉCNICA NTP 400.017

PERUANA 9 de 14

11.2 En el apisonado de la primera capa, procurar no golpear el fondo del recipiente con fuerza con la varilla. En el apisonado de la 2da. Y 3ra. Capas, usar un esfuerzo vigoroso, pero no mayor de la que pueda causar la penetración de la varilla a la capa previa del agregado.

NOTA 4: En el apisonado de tamaños grandes de agregado grueso, esto puede no ser posible para penetrar la capa que está siendo consolidada, especialmente con agregados angulares. El intento del procedimiento será cumplido si un esfuerzo vigoroso es usado.

11.3 Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar los valores con exactitud de 0,05 kg

## 12. PROCEDIMIENTO DE PERCUSIÓN

12.1 Llenar el recipiente en 3 capas aproximadamente iguales como se describe en 10.1, compactar cada capa por colocación del recipiente en una base firme, como un piso de concreto, se inclina el recipiente hasta que el borde opuesto a la base de apoyo diste unos 5 cm del piso, para luego dejarlo caer en forma tal que de un golpe seco. Mediante este procedimiento, las partículas del agregado se acomodan de forma compacta. Compactar cada capa dejando caer el recipiente 50 veces en la forma descrita, 25 veces por cada extremo opuesto. Nivelar la superficie del agregado con los dedos o una

espátula de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso aproximadamente equilibren los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

12.2 Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar los valores con exactitud de 0,05 Kg.

NORMA TÉCNICA NTP 400.017

PERUANA 10 de 14

### 13. PROCEDIMIENTO PARA PESO SUELTO

13.1 Llenar el recipiente hasta el reboce con una pala o cucharón, descargando el agregado de una altura que no exceda 50 mm encima del borde superior del mismo. Tener cuidado a fin de prevenir, como sea posible, la segregación del tamaño de partículas que constituyen la muestra. Nivelar la superficie del agregado con los dedos o una espátula de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso aproximadamente equilibren los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

13.2 Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar los valores con exactitud de 0,05 kg.

### 14. CÁLCULO

14.1 Densidad de masa: Calcular la densidad de masa por los procedimientos de apisonado, percusión, o peso suelto como sigue:

$$M = (G - T)/V \quad (1)$$

$$M = (G - T) \times F \quad (2)$$

Donde:

M = Densidad de masa del agregado, kg/m<sup>3</sup>

G = M, kg

T = Masa del recipiente, kg

V = Volumen del recipiente, m<sup>3</sup>

F = Factor para el recipiente, 1/m<sup>3</sup>

NORMA TÉCNICA NTP 400.017

PERUANA 11 de 14

14.1.1 La densidad de masa determinada por este método es para un agregado en condición secada en estufa. Si la densidad de masa es deseada en condición de saturada con superficie seca (sss), usar el procedimiento exacto para este método, y entonces calcular la densidad de masa sss usando la siguiente fórmula:

$$M_{sss} = M [1 + (A/100)] \quad (3)$$

Donde:

$M_{sss}$  = Densidad de masa en condición SSD, kg/m<sup>3</sup>

A = Porcentaje de absorción, determinado por el método NTP 400.021 o por el método NTP 400.022

14.1.2 Contenido de vacíos: Calcular el contenido de vacíos en el agregado usando la densidad de masa determinada por cualquiera de los procedimientos descritos como sigue

$$\% \text{ Vacíos} = 100 \{(S \times W) - M\} / (S \times W) \quad (4)$$

Donde:

M = Densidad de masa del agregado, kg/m<sup>3</sup>

S = Gravedad específica de masa (Base seca) de conformidad con el método NTP 400.021 o con el método NTP 400.022

W = Densidad del agua, 998 kg/m<sup>3</sup>

14.1.3 Volumen del recipiente: Calcular el volumen del recipiente como sigue:

$$V = (W - M) / D \quad (5)$$

$$F = D / (W - M) \quad (6)$$

NORMA TÉCNICA NTP 400.017

PERUANA 12 de 14

Donde:

V = Volumen del recipiente, m<sup>3</sup>

W = Masa del agua, placa de vidrio, y recipiente, kg

M = Masa de la placa de vidrio y recipiente, kg

D = Densidad del agua para la temperatura medida, kg/m<sup>3</sup>

F = Factor para el recipiente, 1/m<sup>3</sup>

## 15. REPORTE

15.1 Reportar los resultados de densidad de masa con exactitud de 10 kg/m<sup>3</sup> como sigue:

15.1.1 Densidad de masa por apisonado.

15.1.3 Densidad de masa por percusión.

15.1.3 Densidad de masa suelto.

15.2 Reportar los resultados para contenido de vacíos con exactitud de 1 % como sigue:

15.2.1 Vacíos en el agregado compactado por apisonado, %.

15.2.2 Vacíos en el agregado compactado por percusión, %.

15.2.3 Vacíos en el agregado suelto, %.

NORMA TÉCNICA NTP 400.017

PERUANA 13 de

## 16. PRECISIÓN Y SESGO

16.1 Las siguientes estimaciones de precisión para este método de ensayo están basados en resultados de la AASHTO Laboratorio de Materiales de Referencia (AMRL) Programa de Competencia de Muestras, con ensayos conducidos usando este método de ensayo y el método AASHTO T 19/T 19M. No hay diferencias significativas entre estos métodos de ensayo. La data está basada sobre el análisis de más de 100 pares de resultados de ensayos de 40 a 100 laboratorios.

16.2 Agregado grueso (Densidad de masa)

16.2.1 Precisión en el laboratorio: La desviación estándar del simple operador ha sido fijada en 14 kg/m<sup>3</sup> (1s). De ahí que los resultados de 2 ensayos

apropiadamente conducidos por el mismo operador sobre un material similar no diferirán por más de 40 kg/m<sup>3</sup> (d2s).

16.2.2 Precisión entre laboratorios: La desviación estándar entre laboratorios ha sido fijada en 30 Kg/m<sup>3</sup> (1s). De ahí que los resultados de 2 ensayos apropiadamente conducidos de 2 diferentes laboratorios sobre un material similar no diferirán por más de 85 kg/m<sup>3</sup> (d2s).

16.2.3 Estos números representan, respectivamente, los límites (1s) y (d2s) descritos en la práctica ASTM C 670. La precisión estimada fue obtenida del análisis de AMRL data de muestras para densidad de masa por apisonado de agregados de peso normal teniendo un tamaño nominal máximo de 25 mm y usando un recipiente de 14 L

16.3 Agregado fino (Densidad de masa):

16.3.1 Precisión en el laboratorio: La desviación estándar del simple operador ha sido fijada en 14 kg/m<sup>3</sup> (1s). De ahí que los resultados de 2 ensayos apropiadamente conducidos por el mismo operador sobre un material similar no diferirán por más de 40 kg/m<sup>3</sup> (d2s).

NORMA TÉCNICA NTP 400.017

PERUANA 14 de 14

16.3.2 Precisión entre laboratorios: La desviación estándar entre laboratorios ha sido fijada en 44 kg/m<sup>3</sup> (1s). De ahí que los resultados de 2 ensayos apropiadamente conducidos de 2 diferentes laboratorios sobre un material similar no diferirán por más de 125 kg/m<sup>3</sup> (d2s).

16.3.3 Estos números representan, respectivamente, los límites (1s) y (d2s) descritos en la práctica ASTM C 670. La precisión estimada fue obtenida del análisis de AMRL data de muestras para densidad de masa suelta de laboratorios y usando un recipiente de 2,8 L.

16.4 No existen datos de precisión sobre contenido de vacíos disponibles. Sin embargo, como el contenido de vacíos en agregados es calculado de la densidad de masa y la gravedad específica de masa, la precisión del contenido

de vacíos refleja la precisión de estos parámetros medidos indicados en los apartados 16.2 y 16.3 de este método de ensayo y en los métodos NTP 400.021 y NTP 400.022.

16.5 Sesgo: el procedimiento en este método de ensayo para la medición de densidad de masa y contenido de vacíos no tiene sesgo porque los valores de dichas pruebas pueden ser definidas sólo en términos de un método de ensayo.

## 17. ANTECEDENTE

ASTM C 29/C29M-2009 Standard Test Method for Bulk

**AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO  
NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA  
DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO)  
Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO NTP  
400.022**

## NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 1 de 20

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino

### 1. OBJETO

1.1 La presente norma tiene por objeto establecer un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas de agregado fino (no incluye los orificios entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino.

1.2 Esta Norma Técnica Peruana se aplica para la determinación de la densidad promedio de una cantidad de partículas de agregado fino (no incluyendo el volumen de los vacíos entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino. Dependiendo del procedimiento utilizado, la densidad, en  $\text{kg/m}^3$  se expresa como seca al horno (OD), saturada superficialmente seca (SSD) o como la densidad aparente. Del mismo modo, la densidad relativa (gravedad específica), una cantidad adimensional, se expresa como OD, SSD, o como la densidad relativa aparente (gravedad específica aparente). La densidad OD y la densidad relativa OD se determinan después de secar el agregado. La densidad SSD, la densidad relativa SSD, y la absorción se determinan después de remojar el agregado en agua para un periodo duración prescrita.

1.3 Este método de ensayo se utiliza para determinar la densidad de la porción esencialmente sólida de un gran número de partículas de agregado y proporciona un valor promedio que representa la muestra. Se distingue entre la densidad de las partículas de agregado, según lo determinado por este método de ensayo y la densidad aparente de los agregados tal como se determina por la NTP 400.036, que incluye el volumen de vacíos entre las partículas de agregados.

1.4 Este método de ensayo no está destinado a ser utilizado para los agregados de peso ligero que cumplan con la especificación ASTM C332.

1.5 El texto de este método de ensayo hace referencia a notas a pie de página que proveen material explicativo. Estas notas y notas al pie de página (excluyendo aquellas en tablas y figuras) no deben ser consideradas como requisitos de este método de ensayo.

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 2 de 20

## 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia en todo momento.

### 2.1 Normas Técnicas Peruanas

2.1.1 NTP 334.005:2011 CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento Portland

2.1.2 NTP 350.001:1970 TAMICES DE ENSAYO.

2.1.3 NTP 339.047:2006 HORMIGON (CONCRETO). Definiciones y terminología relativas al hormigón.

2.1.4 NTP 339.185:2002 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

2.1.5 NTP 400.010:2011 AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras.

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 3 de 20

2.1.6 NTP 400.011: 2008 AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos).

2.1.7 NTP 400.012: 2001 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

2.1.8 NTP 400.021:2013 AGREGADOS. Métodos de ensayo normalizado para densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado grueso.

2.1.9 NTP 400.036:1986 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el porcentaje de poros en el agregado

2.1.10 NTP 400.037: 2002 AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)

2.1.11 NTP 400.043:2006 AGREGADOS. Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo

## 2.2 Normas Técnicas de Asociación

2.2.1 ASTM C 70:2013 Método de ensayo estándar para la humedad de la superficie en Agregado Fino

2.2.2 ASTM C117:2013 Método de ensayo estándar para materiales más finos que Criba 75 mm (No. 200) de agregados minerales por lavado

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 4 de 20

2.2.3 ASTM C330/C330M:2009 Especificación normalizada para agregados livianos para concreto estructural

2.2.4 ASTM C 332:2009 Especificación estándar para hormigón aislante para agregados ligeros

2.2.5 ASTM C 670:2010 Práctica estándar para la precisión de preparación y declaración de sesgo para los Métodos de Ensayo de Materiales de Construcción

2.2.6 ASTM D 854:2010 Métodos de prueba estándar para la gravedad específica de los sólidos del suelo por Picnómetro Agua

2.2.7 AASHTO No. T 84:2010 Gravedad específica y absorción de agregados finos

### 3. CAMPO DE APLICACIÓN

3.1 La densidad relativa (gravedad específica) es la característica generalmente

usada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en diferentes mezclas que contienen agregados incluyendo el concreto de cemento Portland, concreto bituminoso y otras mezclas que son proporcionadas o analizadas sobre una base de volumen absoluto. La densidad relativa (gravedad específica) también se utiliza en el cálculo de los vacíos entre partículas en la NTP 400.036. La densidad relativa (gravedad específica) (SSD) se utiliza en la determinación de la humedad superficial del agregado fino por desplazamiento de agua en el Método de Ensayo de la ASTM C70. La densidad relativa (gravedad específica) (SSD) se usa si el agregado está húmedo, es decir, si su absorción se ha cumplido. Por el contrario, la densidad o densidad relativa (gravedad específica) (OD) se utiliza para los cálculos cuando el agregado está seco o se supone que está seco.

3.2 La densidad aparente y la densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) se refieren al material sólido que componen las partículas constituyentes, no incluyendo el espacio de los vacíos de poros dentro de las partículas que sea accesible al agua. Este valor no se utiliza comúnmente en la tecnología de construcción con agregados.

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 5 de 20

3.3 Los valores de absorción se usan para calcular el cambio en la masa de un agregado debido al agua absorbida en los espacios de los poros dentro de las partículas constituyentes, en comparación con la condición seca, cuando se considera que el agregado ha estado en contacto con el agua el tiempo

suficiente para cumplir con la mayor parte del potencial de absorción. El estándar de laboratorio para la absorción se obtiene después de sumergir en agua el agregado seco durante un período de tiempo definido. Los agregados extraídos del mapa de agua comúnmente tienen un contenido de humedad mayor que la absorción determinada por este método de ensayo, si se determina sin secarlos antes de su uso. A la inversa, algunos agregados que no se han mantenido continuamente en una condición húmeda hasta su uso, es probable que contengan una cantidad de humedad absorbida menor de la condición de remojo por 24 h. Para un agregado que ha estado en contacto con el agua y que tiene humedad libre en las superficies de las partículas, el porcentaje de humedad libre se determina mediante la resta de la absorción del valor del contenido total de humedad determinado por secado según por la NTP 339.185.

3.4 Los procedimientos generales descritos en esta norma técnica son apropiados para la determinación de la absorción de los agregados que tienen una condición diferente a la inmersión por 24 horas, tal como agua hirviendo o la saturación al vacío. Los valores obtenidos por absorción por otros métodos de ensayo serán diferentes a los valores obtenidos por el método descrito de inmersión por 24 horas, al igual que la densidad (SSD) o densidad relativa (gravedad específica (SSD)).

#### 4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

4.1 absorción: Es el aumento de la masa del agregado debido al agua que penetra en los poros de las partículas, durante un período de tiempo prescrito, pero sin incluir el agua que se adhiere a la superficie exterior de las partículas, expresado como porcentaje de la masa seca.

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 6 de 20

4.2 densidad: Es la masa por unidad de volumen de un material, expresado como kilogramos por metro cúbico

4.2.1 densidad (OD): Es la masa de las partículas de agregado seco al horno, por unidad de volumen, de partículas de agregado, incluyendo el volumen de los poros permeables e impermeables dentro de las partículas, pero sin incluir los espacios vacíos entre las partículas.

4.2.2 densidad (SSD): Es la masa del agregado saturado superficialmente seco, por unidad de volumen de las partículas de agregado, incluyendo el volumen de poros permeables e impermeables, poros llenos de agua dentro de las partículas, pero sin incluir los espacios vacíos entre las partículas.

4.2.3 densidad aparente: Es la masa por unidad de volumen, de la porción impermeable de las partículas del agregado.

4.3 secado al horno (OD): Relacionados a las partículas del agregado, es la condición en la que los agregados se han secado por calentamiento en un horno a  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante un tiempo suficiente para alcanzar una masa constante.

4.4 densidad relativa (gravedad específica): Es la relación de la densidad de un material a la densidad del agua a una temperatura indicada; los valores son adimensionales.

4.4.1 densidad relativa (gravedad específica) (OD): Es la relación de la densidad (OD) del agregado a la densidad del agua a una temperatura indicada.

4.4.2 densidad relativa (gravedad específica), (SSD): Es la relación de la densidad (SSD) del agregado a la densidad del agua a una temperatura indicada.

4.4.3 densidad relativa aparente (gravedad específica aparente), Es la relación de la densidad aparente de los agregados a la densidad del agua a una temperatura indicada.

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 7 de 20

4.5 saturada superficialmente seco (SSD): Relacionado a las partículas del agregado, es la condición en la que los poros permeables de las partículas de agregado están llenos de agua por inmersión, durante el período de tiempo determinado, pero sin contener agua libre en la superficie de las partículas.

4.6 Para las definiciones de otros términos relacionados con los agregados ver la

NTP 339.047.

## 5. RESUMEN DEL METODO DE ENSAYO

5.1 Una muestra de agregado es retirada en agua por  $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$  para esencialmente llenar los poros. Luego es retirada del agua, el agua superficial de las partículas es secada y se determina la masa. Posteriormente, la muestra (o una parte de ella) se coloca en un recipiente graduado y el volumen de la muestra se determina por el método gravimétrico o volumétrico. Finalmente, la muestra es secada en horno y la masa se determina de nuevo. Usando los valores de la masa obtenidos y mediante las fórmulas de este método de ensayo, es posible calcular la densidad, densidad relativa (gravedad específica), y la absorción.

## 6. APARATOS

6.1 Balanza: Una balanza o báscula que tiene una capacidad de 1 kg o más, sensibles a 0,1 g o menos, y una precisión de 0,1 % de la carga de ensayo en cualquier punto dentro de la gama de uso de este método de ensayo. Dentro de un rango de 100 g de la carga de la prueba, la diferencia entre las lecturas deberá tener una precisión de 0,1 g.

6.2 Picnómetro (para usarse con el procedimiento gravimétrico): Un frasco u otro contenedor apropiado en el cual la muestra de agregado fino puede ser rápidamente introducida y en el cual el contenido del volumen puede ser calibrado hasta  $\pm 0,1 \text{ cm}^3$ . El volumen del recipiente lleno hasta la marca será de al menos 50 % mayor que el espacio necesario para acomodar la muestra de ensayo. Un matraz aforado de  $500 \text{ cm}^3$  de capacidad o un frasco de vidrio, equipado con una tapa de picnómetro es satisfactorio para una muestra de 500 g de la mayoría de los áridos finos.

## NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 8 de 20

6.3 Frasco (para su uso en determinación volumétrica): Un frasco de Le Chatelier, como se describe en la NTP 334.005, es apropiado para una muestra de aproximadamente 55 g.

6.4 El molde y barra compactadora para los ensayos superficiales de humedad: El molde metálico deberá tener la forma de un tronco de cono con las dimensiones de la siguiente manera: 40 mm  $\pm$  3 mm de diámetro interior en la parte superior, 90 mm  $\pm$  3 mm de diámetro interior en la parte inferior y 75 mm  $\pm$  3 mm de altura; el metal debe tener un espesor mínimo de 0,8 mm. La barra compactadora de metal tendrá una masa de 340 g  $\pm$  15 g y una cara plana circular de apisonamiento de 25 mm  $\pm$  3 mm de diámetro.

6.5 Estufa: una estufa de tamaño suficiente, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 °C  $\pm$  5 °C.

## 7. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

7.1 Colocar la muestra de ensayo en un recipiente adecuado y secar en la estufa hasta una masa constante a una temperatura 110 °C  $\pm$  5 °C. Dejar que se enfríe a temperatura apropiada de manipulación (aproximadamente 50 °C), cubrir con agua, ya sea por inmersión o por adición hasta alcanzar al menos 6 % de humedad del agregado fino y se deja reposar durante 24 h  $\pm$  4 h. Cuando se utilizan agregados ligeros del Grupo II de la ASTM C330 o ASTM C332, sumergir el agregado en agua a temperatura ambiente durante un período de 72 h  $\pm$  4 h, agitando durante al menos un minuto cada 24 h.

7.1.1 Cuando los valores de absorción y la densidad relativa (gravedad específica) se para ser utilicen en la dosificación de mezclas de concreto, en el que los agregados estarán en su condición húmeda natural, el requisito de secado inicial en el apartado 7.1 es opcional, y si las superficies de las partículas en la muestra se han mantenido constantemente húmedas hasta la

prueba, también es opcional el requisito de remojo establecido en el párrafo 7.1 por  $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$  ó  $72 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ .

NOTA 1: Los valores de la absorción y de la densidad relativa (gravedad específica) (SSD) pueden ser significativamente mayores para agregados que no han sido secado, en la estufa antes de la inmersión respecto de la muestra de agregado tratada de acuerdo con 7.1.

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 9 de 20

7.2 Decantar el exceso de agua con cuidado para evitar la pérdida de finos (ver el Anexo A), extender la muestra sobre una superficie plana no absorbente expuesta a una corriente suave de aire caliente y moverla con frecuencia para garantizar el secado homogéneo. Si se desea se puede emplear ayudas mecánicas tales como un batidor o agitador para ayudar a lograr la condición de saturada superficialmente seca. Continuar esta operación hasta que la muestra de ensayo obtenga una condición de flujo libre. Siga el procedimiento del párrafo en 7.3 para determinar si la humedad superficial sigue estando presente en las partículas constituyentes del agregado fino. Hacer el primer ensayo para humedad superficial cuando todavía hay un poco de agua superficial en la muestra de ensayo. Continuar secando con agitación constante y ensayar a intervalos frecuentes hasta que la prueba indique que la muestra ha alcanzado una condición de superficie seca. Si el primer ensayo de humedad superficial indica que la humedad no está presente en la superficie, la muestra se ha secado más allá de la condición de saturada superficialmente seca. En este caso, mezclar bien unos pocos mililitros de agua con el agregado fino y permitir que la muestra repose en un recipiente cubierto durante 30 minutos. A continuación, reanudar el proceso de secado y prueba a intervalos frecuentes para el inicio de la condición de superficie seca.

7.3 Prueba de humedad superficial: Colocar el molde firmemente sobre una superficie no absorbente suave con el diámetro mayor hacia abajo. Colocar una porción del agregado fino suelto parcialmente seco en el molde llenándolo hasta el tope y amontonar material adicional por encima de la parte superior del molde sujetándolo con los dedos de la mano que sostiene el molde. Ligeramente apisonar el agregado fino en el molde con 25 golpes con la barra compactadora. Comience cada golpe aproximadamente a 5 mm por encima de la superficie superior del agregado fino. Permita que la barra compactadora caiga libremente bajo la atracción gravitatoria de cada golpe. Ajustar la altura inicial de la nueva elevación de la superficie después de cada golpe y distribuir los golpes sobre la superficie. Retirar la arena suelta de la base y levantar el molde verticalmente. Si la humedad de la superficie está todavía presente, el agregado fino conservará la forma moldeada. La ligera caída del agregado fino moldeado indica que se ha llegado a un estado de superficie seca.

7.3.1 Algunos agregados finos con partículas predominantemente en forma angular o con una alta proporción de finos no se asientan en el ensayo del cono, al llegar a la condición de superficie seca. Probar dejando caer un puñado de agregado fino de la prueba de cono en una superficie desde una altura de 100 mm a 150 mm, y para observar los finos en suspensión en el aire; la presencia de finos en el aire indica este problema. Para estos materiales, considerar la condición de saturada superficialmente seca como el punto de que uno de los lados de la muestra de agregados finos se asiente poco después de retirar el molde.

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 10 de 20

NOTA 2: Los siguientes criterios se han utilizado también en los materiales que no se asientan fácilmente:

(1) Ensayo Provisional del cono: Llenar el molde de cono, como se describe en el apartado 7.3, excepto que sólo utilice 10 golpes con la barra compactadora. Agregar más árido fino y usar de nuevo 10 golpes con la barra

compactadora. A continuación, añadir materiales dos veces más utilizando 3 y 2 golpes con la barra compactadora, respectivamente. Realizar la nivelación del material de la parte superior del molde, retirar el material suelto de la base y levantar el molde verticalmente.

(2) Ensayo provisional superficial: Si se observan las partículas finas suspendidas en el aire, cuando el agregado fino es tal que no va a dejarse caer cuando está en una condición de humedad, añadir más humedad a la arena, y en el inicio de la condición de la superficie seca, colocar ligeramente con la mano aproximadamente 100 g del material sobre una superficie plana, seca y limpia, oscura u opaca, no absorbente, tal como una lámina de goma, una superficie, galvanizada o de acero o una superficie de metal pintado de negro. Después de 1 s a 3 s, retirar el agregado fino. Si a continuación se muestra la humedad en la superficie de ensayo durante más de 1 s a 2 s, se considera que la humedad superficial está presente en el agregado fino.

(3) Método colorimétrico descrito por Kandhal y Lee, Highway Research Record No. 307, p.14

(4) Para alcanzar la condición de saturada superficialmente seca en un solo tamaño de material que se asienta cuando está húmeda, se pueden emplear toallas de papel, resistentes para secar la superficie del material, hasta el punto en el cual el papel toalla no parece estar absorbiendo la humedad de las superficies de las partículas de agregado fino.

## 8. PROCEDIMIENTO

8.1 Ensayar ya sea por el procedimiento gravimétrico en 8.2 o la determinación volumétrica de 8.3. Haga todas las determinaciones de masa con una aproximación al 0,1 g.

### 8.2 Procedimiento gravimétrico (Picnómetro)

8.2.1 Llenar parcialmente el picnómetro con agua. Introducir en el picnómetro 500 g  $\pm$  10 g de agregado fino de saturada seca superficialmente, preparado como se describe en el capítulo 7, y llenar de agua adicional hasta

aproximadamente el 90 % de su capacidad. Agitar el picnómetro como se describe en la sección 8.2.1.1 (manualmente) o 8.2.1.2 (mecánicamente).

8.2.1.1 Rodar, invertir o agitar manualmente el picnómetro (o utilizar una combinación de estas acciones) para eliminar las burbujas de aire visibles.

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 11 de 20

NOTA 3. Normalmente se requiere de 15 min a 20 min para eliminar las burbujas de aire por métodos manuales. Se ha encontrado que es útil la inmersión de la punta de una toalla de papel en el picnómetro en la dispersión de la espuma, que a veces se acumula cuando se realiza la eliminación de las burbujas de aire. Opcionalmente, una pequeña cantidad de alcohol isopropílico puede ser utilizado para dispersar la espuma.

8.2.1.2 Agitar mecánicamente el picnómetro por vibración externa de una manera que no se degrade la muestra. Ajustar el nivel de agitación para fijar las partículas individuales en movimiento sin degradación siendo esto suficiente para promover la eliminación de aire. Un agitador mecánico se considera aceptable para su uso, si las pruebas comparativas, cada período de seis meses, muestran variaciones menores que el rango aceptable de dos resultados ( $d_{2s}$ ) indicados en la Tabla 1 respecto a los resultados de la agitación manual del mismo material.

8.2.2 Después de la eliminación de todas las burbujas de aire, ajustar la temperatura del picnómetro y su contenido a  $23,0\text{ °C} \pm 2,0\text{ °C}$ , si es necesario por inmersión parcial en agua circulante, y llevar el nivel de agua en el picnómetro a su capacidad de calibración. Determinar la masa total del picnómetro, el espécimen, y el agua.

8.2.3 Retirar el agregado fino del picnómetro, secar en el horno a una masa constante, a temperatura de  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ , enfriar en aire a temperatura ambiente durante  $1\text{ h} \pm 1/2\text{ h}$ , y determinar la masa.

8.2.4 Determinar la masa del picnómetro lleno a su capacidad de calibración con agua a  $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 8.3 Procedimiento volumétrico (frasco Le Chatelier)

8.3.1 Inicialmente llenar el matraz con agua a un punto en el vástago entre el 0 y la marca de 1 ml. Anotar esta lectura inicial con el frasco y el contenido dentro del rango de temperatura de  $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Agregar  $55\text{ g} \pm 5\text{ g}$  de agregado fino en condición de saturada seca superficialmente (o según sea necesaria otra cantidad medida). Después de haber introducido todos los agregados finos, colocar el tapón en el frasco y rodar el frasco en posición inclinada o suavemente girar en un círculo horizontal para desplazar todo el aire atrapado, continuando hasta que no haya más burbujas que suban a la superficie (Nota 4). Tomar una lectura final con el matraz y su contenido dentro de  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  de la temperatura original.

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 12 de 20

NOTA 4: Se puede utilizar una cantidad medida pequeña (que no exceda de 1 ml) de alcohol isopropílico para eliminar la espuma que aparece en la superficie del agua. El volumen de alcohol utilizado se debe restar de la lectura final (R2).

8.3.2 Para la determinación de la absorción, usar una porción separada del agregado fino de saturada seca superficialmente de  $500\text{ g} \pm 10\text{ g}$ , secar hasta masa constante y determinar la masa seca.

## 9. CÁLCULOS

### 9.1 Símbolos:

A = masa de la muestra seca al horno, g

B = masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración, g

C = masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de Calibración, g

R1 = lectura inicial de nivel de agua en un matraz de Le Chatelier, ml

R2 = lectura final de agua en un matraz de Le Chatelier, ml

S = masa de la muestra de saturado superficialmente seca (utilizado en el procedimiento gravimétrico para la densidad y la densidad relativa (gravedad específica), o para la absorción con ambos procedimientos), g

S1 = masa de la muestra de saturado superficialmente seca (utilizado en el procedimiento para la densidad volumétrica y la densidad relativa (gravedad específica)), g

9.2 Densidad relativa (gravedad específica):

9.2.1 Densidad relativa (gravedad específica) (seca al horno seco): Calcular la densidad relativa (gravedad específica) sobre la base del agregado secado al horno, de la siguiente manera:

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 13 de 20

9.2.1.1 Procedimiento gravimétrico:

$$\left( \frac{S}{S_1} \right) \left( \frac{R_2}{R_1} \right) = \frac{D}{(D + D_w - D_a)} \quad (1)$$

9.2.1.2 Procedimiento volumétrico

$$\left( \frac{S}{S_1} \right) \left( \frac{R_2}{R_1} \right) = \left[ \frac{D}{D_w} \right] \left[ \frac{(D - D_a)}{D} \right] \quad (2)$$

( / ) / 0.9975

9.2.2 Densidad relativa (gravedad específica) saturado superficialmente seca: Calcular la densidad relativa (gravedad específica) en base al agregado saturado superficialmente seca de la siguiente manera:

9.2.2.1 Procedimiento gravimétrico

$$\left( \frac{S}{S_1} \right) \left( \frac{R_2}{R_1} \right) = \frac{D}{(D + D_w - D_a)} \quad (3)$$

9.2.2.2 Procedimiento volumétrico

$$\left( \frac{S}{S_1} \right) \left( \frac{R_2}{R_1} \right) = \left[ \frac{D}{D_w} \right] \left[ \frac{(D - D_a)}{D} \right] \quad (4)$$

/ 0.9975

9.2.3 Densidad relativa aparente (Gravedad específica aparente). Calcular la densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) de la siguiente manera:

9.2.3.1 Procedimiento gravimétrico  
( ) = / (+ -) (5)

9.2.3.2 Procedimiento volumétrico  
( )  
= ( ) / (0,9975( - ) - (-)) (6)

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 14 de 20

9.3 Densidad

9.3.1 Densidad (secado al horno): Calcular la densidad en base al agregado secado al horno de la siguiente manera:

9.3.1.1 Procedimiento gravimétrico:  
( ) / = 997,5 / ( + - ) (7)

,  
( ) / = 62,27 / ( + - ) (8)

,  
9.3.1.2 Procedimiento volumétrico:  
( ) / = 997,5 ( / ) / [0,9975( - ) ]  
(9)

,  
( ) / = 62,27 ( / [ - ] ) / 0,9975( ) (10)

NOTA 5: Los valores constantes usados en los cálculos en 9.3.1 – 9.3.3 (997,5 kg/m<sup>3</sup> y 62,27 lb/p<sup>3</sup>) son la densidad del agua a 23 °C. Algunas autoridades recomiendan usar la densidad del agua a 4 °C (1000 kg/m<sup>3</sup> o 1000Mg/m<sup>3</sup> ó 62,43 lb/p<sup>3</sup>) como suficientemente preciso.

9.3.2 Densidad (saturada superficialmente seca): calcular la densidad en base al agregado saturado superficialmente seca de la siguiente manera:

9.3.2.1 Procedimiento gravimétrico

$$\left( \frac{m_1}{V_1} \right) / \rho_w = 997,5 / \left( \frac{m_2}{V_2} + \frac{m_3}{V_3} \right) \quad (11)$$

$$\left( \frac{m_1}{V_1} \right) / \rho_w = 62,27 / \left( \frac{m_2}{V_2} + \frac{m_3}{V_3} \right) \quad (12)$$

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA

NTP 400.022

PERUANA

15

de 20

9.3.2.2 Procedimiento volumétrico

$$\left( \frac{m_1}{V_1} \right) / \rho_w = 997,5 \left[ \frac{m_2}{V_2} - \frac{m_3}{V_3} \right] \quad (13)$$

$$\left( \frac{m_1}{V_1} \right) / \rho_w = 62,27 \left[ \frac{m_2}{V_2} - \frac{m_3}{V_3} \right] / 0,9975 \quad (14)$$

9.3.3 Densidad aparente: calcular la densidad aparente de la siguiente manera:

9.3.3.1 Procedimiento gravimétrico

$$\left( \frac{m_1}{V_1} \right) / \rho_w = 997,5 / \left( \frac{m_2}{V_2} + \frac{m_3}{V_3} \right) \quad (15)$$

$$\left( \frac{m_1}{V_1} \right) / \rho_w = 62,27 / \left( \frac{m_2}{V_2} + \frac{m_3}{V_3} \right) \quad (16)$$

9.3.2.2 Procedimiento volumétrico

$$\left( \frac{m_1}{m_2} \right) / \rho = \frac{V}{\rho}, \quad \left( \frac{m_1}{m_2} \right) / \rho$$

(17)

$$\left( \frac{m_1}{m_2} \right) / \rho = \frac{V}{\rho}, \quad \left( \frac{m_1}{m_2} \right) / \rho$$

$$\left( \frac{m_1}{m_2} \right) / \rho = \frac{V}{\rho}, \quad \left( \frac{m_1}{m_2} \right) / \rho$$

(18)

$$\left( \frac{m_1}{m_2} \right) / \rho = \frac{V}{\rho}, \quad \left( \frac{m_1}{m_2} \right) / \rho$$

9.4 Absorción: Calcular el porcentaje de absorción de la siguiente manera:

$$\left[ \frac{m_1 - m_2}{m_2} \right]$$

(19)

$$\text{ó, \%} = 100 \left( \frac{m_1 - m_2}{m_2} \right)$$

## 10. EXPRESION DE RESULTADOS

10.1 Informar los resultados de la densidad con una aproximación de 10 kg/m, ó

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

### NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 16 de 20

Indicar la base de la densidad o densidad relativa (gravedad específica), ya sea como secada al horno (OD), saturado superficialmente seca (SSD), o aparente.

10.2 Informar del resultado de la absorción con aproximación al 0,1 %.

10.3 Si los valores de la densidad y de densidad relativa (gravedad específica) se determinaron sin antes secar el agregado, como se permite en el apartado 7.2, tener en cuenta este hecho en el informe.

## 11. PRECISIÓN Y SESGO

11.1 Precisión: Las estimaciones de la precisión de este método de ensayo (que se enumeran en la Tabla 1) se basan en los resultados del Programa de AASHTO Materials Reference Laboratory Proficiency Sample, con la prueba llevada a cabo por este método de ensayo y método AASHTO T 84. La diferencia significativa entre los métodos es que el método de prueba de esta NTP requiere un periodo de saturación de  $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ , y el Método de prueba AASHTO T 84 requiere un período de saturación, de 15 h a 19 h. Esta diferencia se ha encontrado que tienen un efecto insignificante sobre los índices de precisión. Los datos se basan en los análisis de más de 100 pares de resultados de la prueba de 40 a 100 laboratorios. Las estimaciones de precisión para la densidad fueron calculados a partir de valores determinados para la densidad relativa (gravedad específica), utilizando la densidad del agua a  $23 \text{ }^\circ\text{C}$  para la conversión.

11.2 Sesgo: El sesgo no ha sido contemplado puesto que no existe material de referencia aceptado para el procedimiento en este método

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 17 de 20

TABLA 1. Precisión

Desviación estándar	Rango Aceptable
(1s) A de dos resultados	
(d2s) A	

Precisión para un solo operador:

Densidad (SH), kg/m <sup>3</sup>	11	13
Densidad (SSS), kg/m <sup>3</sup>	9,5	27
Densidad aparente, kg/m <sup>3</sup>	9,5	27
Densidad relativa (gravedad específica) (SH)	0,011	0,032
Densidad relativa (gravedad específica) (SSS)	0,0095	0,027
Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)	0,0095	0,027
Absorción, % B	0,11	0,31
Precisión multilaboratorio:		
Densidad (SH), kg/m <sup>3</sup>	23	64
Densidad (SSS), kg/m <sup>3</sup>	20	56
Densidad aparente, kg/m <sup>3</sup>	20	56
Densidad relativa (gravedad específica) (SH)	0,023	0,066
Densidad relativa (gravedad específica) (SSS)	0,020	0,056
Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)	0,020	0,056
Absorción, % B	0,23	0,056

A Estos números representan los límites (1s) y (d2s) respectivamente, como se describen en la norma ASTM C 670. La estimación de la precisión fue obtenida del análisis de los resultados de las muestras de referencia combinadas de laboratorio de materiales de la AASHTO, obtenidos de laboratorios que utilizaron un tiempo de saturación de 15 h a 19 h y otros laboratorios que utilizaron 24 h ± 4 h de la saturación. El ensayo se realizó en áridos de masa normal y comenzó con los áridos en condición seca al horno.

B La estimación de la precisión está basada en áridos con absorciones menores de 1% y pueden variar en áridos finos producto de trituración, así como en áridos que tengan valores de absorción mayores de 1%.

## 12. ANTECEDENTES

12.1 ASTM C 128:2012 Standard test method for density, relative density (specific gravity) and absorption of fine aggregate

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 18 de 20

12.2 NTP 400.022:2002 AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 19 de 20

ANEXO

(INFORMATIVO)

A.1 POSIBLES DIFERENCIAS EN LA DENSIDAD Y LA ABSORCIÓN DEBIDO A LA PRESENCIA DE MATERIAL MÁS FINO QUE 75 MICRAS

A.1.1 Se ha encontrado que puede haber diferencias significativas en la densidad relativa y la absorción, entre las muestras de agregados finos probados con el material más fino que 75  $\mu\text{m}$  (Nº 200) presentes y no presentes en las muestras. Las muestras en las que el material más fino que 75 micras no se elimina, por lo general dan una mayor absorción y una densidad relativa aparente más baja en comparación con la prueba del mismo agregado fino, del cual se retira el material más fino que 75 micras siguiendo los procedimientos del Método de Ensayo NTP 400.018. Las muestras con material más fino que 75 micras pueden presentar un recubrimiento alrededor de las partículas de agregado fino más grueso durante el proceso de secado de la superficie. El resultado de la densidad relativa y de la absorción, que son medidos posteriormente es la de las partículas aglomeradas y recubiertas y no la del material original. La diferencia en la absorción y la densidad relativa determinada entre las muestras de las que no se han eliminado el material más fino que 75 micras y las muestras de la que el material más fino que 75 micras se han eliminado, depende tanto de la cantidad del material más fino que 75 micras y la naturaleza del material. Cuando el material más fino que 75 micras es menos de aproximadamente 4 % en masa, la diferencia de densidad

relativa entre las muestras lavadas y sin lavar es menor de 0,03. Cuando el material más fino que 75 m es mayor que aproximadamente 8 % en masa, la diferencia en la densidad relativa obtenida entre las muestras lavadas y sin lavar puede ser tan grande como 0,13. Se ha encontrado que la densidad relativa determinada en el agregado fino, en el cual, el material más fino que 75 micras se ha eliminado antes de la prueba, refleja con mayor precisión la densidad relativa del material.

A.1.2 El material más fino que 75 micras, que se elimina, puede suponer que tiene la misma densidad relativa que el agregado fino. Alternativamente, la densidad relativa (gravedad específica) del material más fino que 75 micras puede ser evaluada adicionalmente utilizando el método de prueba ASTM D854, sin embargo, esta prueba determina la densidad relativa aparente y no la densidad relativa a granel.

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA NTP 400.022

PERUANA 20 de 20

## A.2 RELACIONES ENTRE LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN COMO SE DEFINEN EN LOS MÉTODOS DE ENSAYO NTP 400.021 y NTP 400.022

A.2.1 Este Anexo muestra interrelaciones matemáticas entre los tres tipos de densidades relativas (gravedades específicas) y la absorción. Estos pueden ser útiles en el control de la consistencia de los datos declarados o calcular un valor que no fue reportado por el uso de otros datos informados.

A.2.2 Donde:

S<sub>d</sub> = densidad relativa (gravedad específica (OD))

S<sub>s</sub> = densidad relativa (gravedad específica (SSD))

S<sub>a</sub> = densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) y

A = absorción, en %

Calcular los valores para cada uno de la siguiente manera:

$$= (1 + A/100)S_d$$

$$= 1$$

$$S_a = 1 + A/100$$

$$S_s = 100$$

SS

$$1 + A(S_s - 1) / 100$$

A.2.1

A.2.2

(A.2.3)

$$= ( \quad - 1 ) / 100 \quad \text{A.2.4}$$

$$= ( \quad ) / 100 \quad \text{A.2.5}$$

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

**REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS PARA  
AGREGADO GRUESO NTP 400.037, 2002**

HUSO	Tamaño Nominal	% Pasa por los tamices normalizados												
		100 mm (4")	90 mm (3 1/2")	75 mm (3")	63 mm (2 1/2")	50 mm (2")	37.5 mm (1 1/2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N°8)	1.18 mm (N°16)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	50 mm a 25 mm (2" a 1")				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
357	50 mm a 4.75 mm (2" a N°4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
4	37.5 mm a 19 mm (1 1/2" a 3/4")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2" a N°4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
5	25 mm a 12.5 mm (1" a 1/2")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5		
57	25 mm a 4.75 mm (1 a N°4)						100	95 a 100		25 a 65		0 a 10	0 a 5	
6	19 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/8")							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
67	19 mm a 4.75 mm (3/4" a N°4)							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2" a N°4)								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	9.5 mm a 2.38 mm (3/8" a N°8)									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

**MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA  
ESFUERZO DE COMPRESIÓN EN  
ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO  
ASTM : C 39 / C 39M –01**

ASTM Designación: C 39 / C 39M –01

Método de Ensayo Estándar para Esfuerzo de Compresión en Especímenes Cilíndricos de Concreto<sup>1</sup>

Esta norma ha sido editada con la designación C 39; el número que sigue inmediatamente a la designación señala su año de adopción original o, en caso de revisión, el año de la última revisión. Un número en paréntesis indica el año de la última aprobación. Una letra epsilon en superíndice (<sup>ε</sup>) señala un cambio editorial desde la última revisión o aprobación.

Esta norma ha sido aprobada para su uso por el Departamento de Defensa.

## 1. Alcance

1.1 Este método de ensayo cubre la determinación de la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto tales como cilindros moldeados y núcleos taladrados. Esta limitado al concreto que tenga un peso unitario mayor de 50 lb/pie<sup>3</sup> (800 Kg/m<sup>3</sup>).

1.2 Los valores estipulados en unidades lb-pulg o SI serán considerados separadamente como los estándar. Las unidades SI están mostradas entre paréntesis. Los valores estipulados en cada sistema pueden no ser exactamente equivalentes; entonces cada sistema deberá ser usado independientemente del otro. Combinando valores de los dos sistemas puede resultar en inconformidades con el estándar.

1.3 Este estándar no tiene el propósito de advertir sobre todos los problemas de seguridad, si hay alguno, asociado con su uso. Es responsabilidad del usuario de este estándar establecer la seguridad apropiada y prácticas saludables así como determinar la aplicabilidad de limitaciones reguladoras antes de su uso.

1.4 El texto de esta estándar referencia notas, las cuales proporcionan material explicado. Estas notas no serán consideradas como requisitos del estándar.

## 2. Documentos Referenciados

2.1 Estándares ASTM: C 31 Práctica para Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto en el Campo C 42 M. de E. Obtención y Ensayo de Núcleos Taladrados y Vigas Aserradas de Concreto C 192 Práctica para la Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto en el Laboratorio C 617 Práctica para Cabeceo de Especímenes Cilíndricos de Concreto C 670 Práctica para Preparación de las Declaraciones Precisión y Tendencia para Métodos de Ensayo en Materiales de Construcción C 873 M. de E. Esfuerzo de compresión de Cilindros de Concreto Colados en el Lugar en Moldes Cilíndricos. C 1077 Práctica para Laboratorios de Ensayos de Concreto y Agregados para Concreto para uso en la Construcción y Criterios para Evaluación de Laboratorios C 1231 Práctica para Uso de Capas de Cabeceo en la Determinación del Esfuerzo de Compresión de Cilindros de Concreto Endurecido E 4 Práctica para Verificación de Fuerzas en Maquinas de Ensayo E 74 Práctica para Calibración de Fuerzas en Instrumentos de Medicación para Verificación de Indicación de Cargas de Maquinas de Ensayo. Manual de Agregados y Ensayos al Concreto

2.2 Instituto Americano del concreto: CP-16 Técnico en Ensayos de Laboratorio de Concreto, Grado I

## 3. Resumen del Método de Ensayo

3.1 Este método de ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión al cilindro moldeado o núcleo a una razón que está dentro del rango prescrito antes de que la falla ocurra. El esfuerzo de compresión del espécimen es calculado dividiendo la carga máxima obtenida durante el ensayo por el área de la sección transversal del espécimen.

## 4. Significado y Uso

4.1 Se necesita ser cuidadoso en la interpretación del significado para determinar la resistencia a la compresión por este método de ensayo, porque la resistencia no es una propiedad fundamental o intrínseca del concreto hecho con materiales dados. Los valores obtenidos dependerán del tamaño y forma del espécimen, revoltura, procedimiento de mezclado,

los métodos de muestreo, moldeo, fabricación y edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado.

4.2 Este método de ensayo es usado para determinar el esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos preparados y curados de acuerdo con las Prácticas C 32, C 192, C 617 y C 1231 y los Métodos de Ensayo C 42 y C 873.

4.3 Los resultados de este método de ensayo son usados como una base para el control de calidad de las operaciones de proporcionamiento, mezclado y colocación del concreto; determinación de concordancia con las especificaciones; control para evaluación de la efectividad de los aditivos y usos similares.

4.4 La persona individual que realiza los ensayos de los cilindros de concreto para aceptación deberá tener demostrado un conocimiento y habilidad para ejecutar el procedimiento de ensayo equivalente al mínimo lineamiento para certificación de Técnico en Laboratorio de Concreto, Nivel I, de acuerdo con ACI CP 16. Nota 1—El laboratorio de ensayo que ejecute este método de ensayo deberá ser evaluado de acuerdo con la Practica C 1077.

## 5. Aparatos

5.1 Maquina de Ensayo – La máquina de ensayo será de un tipo que tenga suficiente capacidad y capaz de proporcionar la razón de carga prescrita en

7.5 5.1.1 Se requiere la verificación de la calibración de la máquina de ensayo de acuerdo con la Práctica E 4, bajo las siguientes condiciones:

5.1.1.1 Después de transcurrir un intervalo de 18 meses máximo, desde la verificación, pero preferiblemente después de un intervalo de 12 meses.

5.1.1.2 En la instalación original o reubicación de la máquina.

5.1.1.3 Inmediatamente después de hacer una reparación o ajuste, que afecte la operación del sistema aplicando fuerza de la maquina o el valor displayado en el sistema indicador de carga, excepto para el ajuste a cero que compensa para la masa del bloque de carga, o espécimen o ambos.

5.1.1.4 Cuando hay una razón para dudar de la precisión de los resultados, sin considerar el intervalo de tiempo desde la última verificación.

5.1.2 Diseño – El diseño de la maquina puede incluir las siguientes características:

5.1.2.1 La máquina puede ser operada con energía y aplicará la carga continuamente, más bien que intermitentemente y sin choque. Si esta tiene solamente una razón de carga (reuniendo los requisitos de 7.5) puede estar provista de medios suplementarios para cargar a una razón apropiada para verificación. Estos medios suplementarios de carga pueden ser operados con energía o manualmente.

Nota 2 – La ruptura de cilindros de concreto de alta resistencia es más intensa que los cilindros de resistencia normal. Como una precaución de seguridad, es recomendado que las máquinas de ensayo estén equipadas con defensas protectoras contra los fragmentos.

5.1.2.2 El espacio provisto para el ensayo de especímenes será grande, suficiente para acomodar en la posición requerida, un dispositivo de calibración elástico, el cual será de suficiente capacidad para cubrir el rango de carga potencial de la máquina de ensayo y que cumpla con los requisitos de la Práctica E 74. Nota 3 – Los tipos de dispositivos de calibración elástica generalmente están disponibles y pueden comúnmente ser usados para este propósito el anillo de carga circular o una celda de carga.

5.1.3 Precisión – La precisión de la máquina de ensayo estará de acuerdo con las siguientes provisiones:

5.1.3.1 El porcentaje de error para las cargas con el rango de uso propuesto para la máquina de ensayo no deberá exceder  $\pm 1.0\%$  de la carga indicada.

5.1.3.2 La precisión de la máquina de ensayo deberá ser verificada mediante la aplicación de cinco cargas de ensayo en aproximadamente cuatro incrementos iguales en orden ascendente. La diferencia entre dos cargas de ensayo sucesivas no deberá exceder un tercio de la diferencia entre las cargas de ensayo máxima y mínima.

5.1.3.3 La carga de ensayo indicada por la máquina de ensayo y la carga aplicada calculada de las lecturas del dispositivo de verificación, deberán

ser registradas en cada punto de prueba. Calcule el error, E, y el porcentaje de error, Ep, para cada punto de esa información como sigue:  $E = A - B$   $E_p = 100 (A - B) / B$  Donde: A = carga, lbf (KN) indicado por la máquina que se está verificando B = carga aplicada, lbf (KN) determinado por el dispositivo de calibración 5.1.3.4 El informe de la verificación de una máquina de ensayo establecerá con que rango de carga fue encontrada conforme a los requisitos de la especificación, en vez de informar un cubrimiento de aceptación o rechazo. En ningún caso el rango de carga deberá ser declarado como incluyendo cargas por debajo del valor, el cual es 100 veces el menor cambio de carga estimado en el mecanismo indicador de carga de la máquina de ensayo o cargas contenidas dentro de la porción del rango por debajo del 10 % del máximo rango de capacidad.

5.1.3.5 En ningún caso el rango de carga será declarado como incluyendo cargas por fuera del rango de cargas aplicado durante el ensayo de verificación.

5.1.3.6 La carga indicada por una máquina de ensayo no deberá ser corregida por cálculos o por el uso de un diagrama de calibración para obtener valores dentro de la variación permisible requerida.

5.2 La máquina de ensayo estará equipada con dos bloques de carga de acero, con caras endurecidas (Nota 4), una de las cuales es un bloque con asiento esférico y se apoyará en la parte superior del espécimen, y la otra será un bloque sólido en el cual descansará el espécimen. Las caras de carga de los bloques deberán tener una dimensión mínima al menos 3 % mayor que el diámetro del espécimen a ser ensayado. Excepto por los círculos concéntricos descritos adelante, las caras de carga no deberán diferir de un plano por más de 0.001 pulg. (0.02 mm) en placas de 6 pulg. (150 mm) de diámetro o mayores, o por más de 0.001 pulg. (0.02 mm) en el diámetro de cualquier bloque menor; los nuevos bloques deberán ser manufacturados con la mitad de estas tolerancias. Cuando el diámetro de la cara de carga del bloque con asiento esférico exceda el diámetro del espécimen por más de 0.5 pulg. (13 mm), círculos concéntricos de no más

que 0.03 pulg. (0.8 mm) de profundidad y no más que 0.04 pulg. (1 mm) de ancho serán inscritos para facilitar su propio centrado. Nota 4 -- es deseable que las caras de carga de los bloques usados para ensayo de compresión del concreto tengan una dureza Rockwell no menor de 55 HRC.

5.2.1 El bloque de carga inferior cumplirá con los siguientes requisitos:

5.2.1.1 El bloque de carga inferior se especifica con el propósito de proporcionar una superficie lisa endurecida para mantener la condición superficial especificada (Nota 5). La cara superior e inferior deberán ser paralelas una a la otra. Si la máquina de ensayo está diseñada de manera que ella misma se nivele y estar lista para mantenerla en la condición superficial especificada, no se requiere la placa inferior. Sus dimensiones horizontales serán al menos 3 % mayores que el diámetro del espécimen a ensayar. Círculos concéntricos como los descritos en 5.2 son opcionales en la placa superior. Nota 5 – Las placas pueden ser sostenidas a la plataforma de la máquina de ensayo.

5.2.1.2 El centrado final puede ser hecho con referencia al bloque esférico superior. Cuando se use el bloque de carga inferior para ayudar al centrado del espécimen, el centro de los anillos concéntricos, cuando sea provisto, o el centro del bloque mismo puede estar directamente bajo el centro del cabezal esférico.

Provisionalmente puede ser hecha en la placa de la máquina para asegurar una posición fija.

5.2.1.3 El bloque de carga inferior será de al menos 1 pulg. (25 mm) de espesor cuando nuevo, y al menos 0.9 pulg. (22.5 mm) de espesor después de algunas operaciones.

5.2.2 El bloque de carga con asiento esférico estará de acuerdo con los siguientes requisitos:

5.2.2.1 El diámetro máximo de la cara de carga del bloque con asiento de carga suspendido no excederá los valores dados abajo: Diámetro del espécimen de ensayo pulg. (mm) Diámetro máximo de la cara de carga pulg. (mm) 2 (50) 4 (105) 3 (75) 5 (130) 4 (100) 6.5 (165) 6 (150) 10 (255) 8 (200) 11 (280) Nota 6 – Caras de carga cuadradas son permitidas, provistas

de los diámetros de los círculos inscritos mayores posibles que no excedan los diámetros establecidos.

5.2.2.2 El centro de la esfera coincidirá con la superficie de la cara de carga con una tolerancia de  $\pm 5\%$  del radio de la esfera. El diámetro de la esfera será de al menos  $75\%$  del diámetro del espécimen a ensayar. 5.2.2.3 La esfera y el soporte serán diseñados por el fabricante para que el acero en el área de contacto no se deforme permanentemente bajo el uso repetido, con cargas mayores de 12,000 psi (82.7 Mpa) en el espécimen de ensayo.

Nota 7 – El área de contacto preferida es con la forma de un anillo (descrita como área de carga preferida)

5.2.2.4 La superficie curvada del soporte y de la porción esférica deberán mantenerse limpias y lubricadas con un aceite de petróleo, tal como aceite de motor convencional y no con grasa de presión. No es deseable, no debe intentarse la aplicación de una pequeña carga inicial después del contacto del espécimen, más allá del acomodamiento de la placa con asiento esférico.

5.2.2.5 Si el radio de la esfera es menor que el radio del espécimen a ensayarse, la porción de la cara de carga extendida fuera de la parte esférica deberá tener un espesor no menor que la diferencia entre el radio de la esfera y el radio del espécimen. La menor dimensión de la cara de carga será al menos tan grande como el diámetro de la esfera (ver Fig. 1).

5.2.2.6 La porción móvil del bloque de carga estará unida al asiento esférico, pero el diseño será tal que la cara de carga pueda ser rotada libremente e inclinada al menos  $40^\circ$  en cualquier dirección.

### 5.3 Indicador de Carga

5.3.1 Si la carga de una máquina de compresión usada en ensayos de concreto es registrada en un dial, este deberá estar provisto con una escala graduada que pueda ser leída con una precisión de  $0.1\%$  de la carga total (Nota 8). El dial será legible dentro del  $1\%$  de la carga indicada en algún nivel de carga dado dentro del rango de carga. En ningún caso el rango de carga del dial será considerado para incluir carga abajo del valor que es 100

veces el cambio menor de carga que puede ser leído en la escala. La escala será provista con una línea de graduación igual a cero y también numerada. El centro del dial será suficientemente largo para alcanzar las marcas de graduación: el espesor del extremo indicador no excederá la distancia libre entre las divisiones menores. Cada dial será equipado con un ajustador a cero que está localizado fuera del cuerpo y fácilmente accesible en la parte frontal de la maquina donde se observa la marca de cero y el indicador del dial. Cada dial deberá estar equipado con un dispositivo compatible que pueda ser ajustado todo el tiempo, el cual indicará con una precisión del 1 % la carga máxima aplicada al espécimen. Nota 8 – Tan cerca como pueda ser leído razonablemente se considera ser 0.02 pulg. (0.5 mm) a lo largo del arco descrito por el extremo del indicador. Also, un medio de la escala es leído con razonable certeza cuando el espaciamiento del mecanismo indicador de carga esta entre 0.04 pulg. (1 mm) y 0.06 pulg. (2 mm). Cuando el espaciamiento esta entre 0.06 y 0.12 pulg. (2 y 3 mm) un tercio de un intervalo de escala es leído con razonable certeza. Cuando el espaciamiento es 0.12 pulg. (3 mm) o más, un cuarto del intervalo de escala es leído con razonable certeza. 5.3.2 Si la carga de la máquina de ensayo se indica en forma digital, la pantalla numérica debe ser lo suficientemente grande para que pueda ser leída fácilmente. El incremento numérico debe ser igual o menor que 0.10 % de la escala de carga completa, de un rango de carga dado. En ningún caso el rango de carga verificado incluirá cargas menores que el mínimo incremento numérico multiplicado por 100. La precisión de la carga indicada deberá ser con 1 % para algún valor mostrado con el rango de carga verificado. Provisiones pueden ser tomadas para ajustar el indicado cero verdadero en cero de carga. Se proveerá un indicador de carga máxima, que será ajustado todas las veces e indicará con 1 % del sistema de precisión, la carga máxima aplicada al espécimen.

6. Especímenes 6.1 Los especímenes no serán ensayados si el diámetro individual de algún cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más del 2 %. Nota 9 – Esto puede ocurrir cuando se usen moldes

descartables y son dañados o deformados durante el transporte, cuando moldes descartables flexibles son deformados durante el moldeo o cuando un núcleo se curva durante el taladrado. 6.2 Ningún extremo del espécimen para ensayo de compresión saldrá de la perpendicularidad al eje por más de 0.50 [aproximadamente equivale a 0.12 pulg. en 12 pulg. (3 mm en 300 mm)] Los extremos del espécimen para ensayo de compresión que difieran del plano en más de 0.002 pulg. (0.50 mm) deberán ser aserradas para reunir la tolerancia, o cabeceadas de acuerdo con la Práctica C 617 o C 1231. El diámetro usado para calcular el área de la sección transversal del espécimen de ensayo deberá ser determinada cercana a 0.01 pulg. (0.25 mm) promediando dos diámetros medidos en ángulo recto uno respecto al otro alrededor de la media altura del espécimen. 6.3 El número de medidas en cilindros individuales para la determinación del diámetro promedio no es prohibitivo, siendo reducido a uno por cada diez especímenes o tres especímenes por día, el que sea mayor, si se conoce que todos los cilindros han sido hechos de un mismo lote de moldes reusables o descartables, los cuales consistentemente producen especímenes con diámetro promedio de 0.02 pulg. (0.5 mm). Cuando el diámetro promedio no cae dentro del rango de 0.02 pulg. (0.5 mm) o cuando los cilindros no están hechos de un lote simple de moldes, cada cilindro ensayado deberá ser medido y el valor usado en los cálculos de la resistencia a la compresión unitaria de ese espécimen. Cuando los diámetros son medidos en la frecuencia reducida, el área de la sección transversal de todos los cilindros ensayados en ese día deberá ser calculado del promedio de los diámetros de tres o más cilindros representativos del grupo ensayado ese día.

6.4 La longitud deberá ser medida lo más cercano a  $0.05D$  cuando la relación longitud a diámetro es menor que 1.8 o mayor que 2.2, o cuando el volumen del cilindro es determinado de las dimensiones medidas.

## 7. Procedimiento

7.1 Los ensayos de compresión en especímenes curados húmedos, serán hechos tan pronto como sea practicable, después de removerlos del almacenamiento húmedo.

7.2 Los especímenes deberán ser mantenidos húmedos por algún método conveniente durante el período entre la remoción del lugar de curado y el ensayo. Serán ensayados en condición húmeda.

7.3 Todos los especímenes para una edad de ensayo dada, serán rotos con la tolerancia de tiempo permisible prescritos a continuación: Edad de Ensayo Tolerancia Permitida 24 horas □ 0.5 horas ó 2.1 % 3 días 2 horas ó 2.8 % 7 días 6 horas ó 3.6 % 28 días 20 horas ó 3.0 % 90 días 2 días ó 2.2 %

7.4 Colocación del Espécimen – Coloque la placa inferior, con su cara endurecida hacia arriba, sobre la mesa o bloque de la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque de carga con asiento esférico. Limpie las superficies de carga de los bloques superior e inferior y del espécimen de ensayo y coloque éste en el bloque de carga inferior. Cuidadosamente alinee el eje del espécimen con el centro de carga del bloque con asiento esférico.

7.4.1 Verificación Cero y Asiento del Bloque – Antes de ensayar el espécimen, verifique que el indicador de carga está en cero. En casos donde el indicador no esté en cero, ajuste el indicador (Nota 10). Como el bloque con asiento esférico es llevado a colocarse sobre el espécimen, gire lentamente su porción móvil con la mano, para obtener un contacto uniforme. Nota 10 – La técnica usada para verificar y ajustar el indicador de carga a cero, varía dependiendo del fabricante de la máquina. Consulte su manual del propietario o calibrador de la máquina de compresión para la técnica apropiada.

7.5 Razón de Carga – Aplique la carga continuamente y sin impacto.

7.5.1 Para las máquinas de ensayo de tipo tornillo, el movimiento del cabezal viajara a una razón de aproximadamente 0.05 pulg. (1 mm)/min cuando la maquina está corriendo libre. Para maquinas operadas

hidráulicamente, la carga deberá ser aplicada a una razón de movimiento (medida de la placa sobre la sección del cabezal) correspondiendo a una razón de carga en el espécimen dentro del rango de 20 a 50 psi/seg. (0.15 a 0.35 MPa/s). La razón de movimiento designada deberá mantenerse el menos durante la última mitad de la fase de carga prevista del ciclo de ensayo.

7.5.2 Durante la aplicación de la primera mitad de la fase de carga prevista, será permitida una razón de carga mayor.

7.5.3 No efectúe ajustes en la razón de movimiento de la placa en ningún momento, cuando el espécimen está en fluencia rápida e inmediatamente antes de la falla. 7.6 Aplique la carga hasta que el espécimen falle y anote la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo. Note el tipo.

## 8. Cálculos

8.1 Calcule el esfuerzo de compresión del espécimen dividiendo la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo por el área de la sección transversal promedio determinada como se describe en la sección 6 y exprese el resultado con una aproximación de 10 psi (0.1 MPa). 8.2 Si la relación longitud a diámetro del espécimen es menor que 1.8 corrija el resultado obtenido en 8.1 multiplicando por el apropiado factor de corrección mostrado en la siguiente tabla:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

(Nota 11) Nota 11 – Estos factores de corrección se aplican a concreto de peso ligero, pesando entre 100 y 120 lb/pie<sup>3</sup> (1600 a 1920 Kg./m<sup>3</sup>) y a concreto de peso normal. Son aplicables a concreto seco o remojado al momento del ensayo. Los valores no dados en la tabla deberán ser determinados por interpolación. Los factores de corrección son aplicables para resistencias nominales del concreto de 2000 a 6000 psi (13.8 a 41.4 MPa).

## 9. Informe

9.1 Reporte la siguiente información:

9.1.1 Número de identificación

9.1.2 Diámetro (y longitud si esta fuera del rango 1.8D a 2.2D), en pulg. (mm)

9.1.3 Área de la sección transversal, en pulg.2 o cm2

9.1.4 Carga máxima, en lbf o (KN)

9.1.5 Esfuerzo de compresión calculado con aproximación de 10 psi (0.1 MPa) 9.1.6 Tipo de fractura, si es diferente del cono usual (ver Fig. 2) 9.1.7

Defectos en el espécimen o en el cabeceado. 9.1.8 Edad del espécimen

## 10. Precisión y Tendencia

10.1 Precisión –La precisión de un operador simple en ensayos de cilindros individuales de 6 x 12 pulg. (150 por 300 mm) hechos con una mezcla de concreto bien mezclada se da para cilindros hechos en un ambiente de laboratorio y bajo condiciones de campo normales. Operador simple  
Coeficiente de Variación Rango aceptable de 2 resultados 3 resultados  
Cond. de Laboratorio 2.37 % 6.6 % 7.8 % Cond. de Campo 2.87 % 8.0 % 9.5 %

10.1.1 Los valores dados son aplicables para cilindros de 6 por 12 pulg. (150 por 300 mm) con esfuerzos de compresión entre 2000 y 8000 psi (15 a 55 MPa). Ellos son derivados de CCRL registro de muestras de referencia de concreto para condiciones de laboratorio y una colección de 1265 ensayos reportados de 225 laboratorios de ensayos comerciales en 1978 Nota 12 – El subcomité C09.03 reexaminará la información reciente sobre CCRL Concrete Reference Sample Program e información sobre ensayos de campo para ver si estos valores son representativos de la practica corriente y si ellos pueden ser extendidos para cubrir un rango amplio de esfuerzos y tamaño de especímenes.

10.2 Tendencia – no hay material de referencia aceptado, ninguna declaración de tendencia está siendo hecha.

-----

1 Este método de ensayo se encuentra bajo la jurisdicción del Comité C-9 de la ASTM sobre Hormigón y Aridos para hormigón y es de responsabilidad directa del Subcomité C09.61 sobre Ensayos de Hormigón por resistencia. La presente edición fue aprobada con fecha 10 de enero de 1996. Publicada en marzo de 19968. Originalmente publicada como C 496 - 62. La edición anterior es C 39.

2 Anuario de normas ASTM,

Copyright © ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.

La American Society for Testing and Materials no tiene ninguna posición frente a la validez de cualquier derecho de patente relacionado con cualquiera de los puntos mencionados en esta norma. A los usuarios de esta norma se les advierte expresamente que la determinación de la validez de cualquiera de esos derechos patentados, y el riesgo de infringir esos derechos, son de su entera responsabilidad.

Esta norma podrá ser sometida a revisión en cualquier momento por el comité técnico responsable y deberá ser revisada cada cinco años y, en caso de no ser revisada, será reprobada o revocada. La ASTM le invita a expresar sus comentarios ya sea para la revisión de esta norma o para otras normas adicionales, los que deberán dirigirse a las Oficinas Centrales de la ASTM. Sus comentarios serán estudiados cuidadosamente durante una reunión del comité técnico responsable, a la que usted podrá asistir. En caso de que usted encuentre que sus comentarios no fueron atendidos adecuadamente, puede presentar sus consideraciones al Comité de Normas de la ASTM, en la dirección señalada más adelante.

Los derechos de esta norma se encuentran reservados por la ASTM, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Se puede obtener reimpresiones (copias únicas o múltiples)

de esta norma en la dirección mencionada o en el fono 610-832-9585, en el fax 610-832-9555, en el e-mail [service@astm.org](mailto:service@astm.org) o bien el sitio web de la ASTM ([www.astm.org](http://www.astm.org)).

## **MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TRACCIÓN POR**

**HENDIMIENTO DE LAS PROBETAS  
CÍLINDRICAS DE HORMIGÓN : ASTM C 496 –**

**96**

Designación: ASTM C 496 - 96

Método de Ensayo Normalizado para determinar la tracción por hendimiento de las probetas cilíndricas de hormigón<sup>1</sup>

Esta norma ha sido editada con la designación C 496; el número que sigue inmediatamente a la designación señala su año de adopción original o, en caso de revisión, el año de la última revisión. Un número en paréntesis indica el año de la última aprobación. Una letra epsilon en superíndice (<sup>ε</sup>) señala un cambio editorial desde la última revisión o aprobación.

Esta norma ha sido aprobada para su uso por el Departamento de Defensa.

## 1. Alcances

1.1 Este método de ensayo intenta determinar la resistencia a la tracción por hendimiento de las probetas cilíndricas de hormigón ya sea en forma de cilindros moldeados o núcleos taladrados.

Nota 1 – Para los métodos de moldeo de las probetas cilíndricas de hormigón, consulte la Práctica C 192 y C 31. Para los métodos de obtención de los núcleos taladrados, consulte el Método de Ensayo C 42.

1.2 Los valores establecidos en libras por pulgada constituyen la norma.

1.3 Esta norma no se refiere a todas las medidas de seguridad si las hubiera, asociadas con su uso. Es de responsabilidad del usuario de estas normas el establecer las medidas y prácticas de seguridad y salud personal necesarias y determinar la aplicación de las limitaciones reglamentarias con anterioridad a su uso.

## 2. Documentos de referencia

### 2.1 Normas ASTM:

C 31 Práctica para preparar y curar testigos de hormigón en la obra. 2

C 39 Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de las muestras cilíndricas de hormigón. 2

C 42 Método de ensayo para la obtención y ensayo de testigos y vigas aserradas en hormigón. 2muestras de hormigón en el laboratorio. 2

C 670 Práctica para la preparación de los informes de precisión y sesgo para los métodos de ensayo de los materiales para la construcción.2

### 3. Resumen

3.1 Este método de ensayo consiste en la aplicación de una fuerza de compresión diametral en el sentido longitudinal de una probeta cilíndrica de hormigón a una velocidad dentro de un rango establecido hasta que se produzca la falla. Esta carga induce a los esfuerzos de tracción sobre el plano que contiene las cargas aplicadas y los esfuerzos de compresión relativamente altos en el área inmediatamente circundante a la carga aplicada,

Ocurren fallas por tracción más que por compresión porque las áreas de aplicación de cargas se encuentran en un estado de compresión triaxial, permitiéndoles así soportar esfuerzos por compresión mucho mayores de lo que habrían sido indicados por los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión uniaxial.

3.2 Se usan tiras de apoyo de madera terciada delgada de manera que la carga sea aplicada uniformemente a lo largo del cilindro.

3.3 La carga máxima soportada por la probeta es dividida por los factores geométricos adecuados para obtener la resistencia a la tracción por hendimiento.

### 4. Significado y uso

4.1 La resistencia a la tracción por hendimiento es más simple de determinar que la resistencia a la tracción directa.

4.2 Se usa la resistencia a la tracción por hendimiento para evaluar la resistencia al corte proporcionada por el hormigón en los elementos de hormigón armado con áridos livianos.

### 5. Aparatos

5.1 Máquina de ensayo - La máquina de ensayos debe cumplir con los requisitos del Método de Ensayo C 39 y tener la capacidad suficiente para proporcionar la velocidad de carga descrita en 7.5.

5.2 Placa o barra de apoyo suplementaria - Si el diámetro o la dimensión mayor de la placa de apoyo superior o inferior es menor que el cilindro de ensayo, se debe emplear una barra o placa de acero de apoyo suplementario. Las superficies de la placa o barra deben estar ajustadas dentro del rango  $\pm 0,001$  pulg (0,025 mm) de planeidad, como se mide cualquier línea de contacto del área de apoyo. Debe tener un ancho de al menos 2 pulg (51 mm) y un espesor de al menos la distancia desde el borde de la placa de apoyo esférica o rectangular hasta el extremo del cilindro. La placa o barra debe ser usada de manera que la carga sea aplicada sobre toda la longitud de la probeta.

-----

----

1 Este método de ensayo se encuentra bajo la jurisdicción del Comité C-9 de la ASTM sobre Hormigón y Aridos para hormigón y es de responsabilidad directa del Subcomité C09.61 sobre Ensayos de Hormigón por resistencia. La presente edición fue aprobada con fecha 10 de enero de 1996. Publicada en marzo de 19968. Originalmente publicada como C 496 - 62. La edición anterior es C 496 - 90.

2 Anuario de normas ASTM, Vol. 04.02.

Copyright  $\square$  ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.

5.3 Franjas de apoyo - Se deben proporcionar dos tiras de apoyo de madera terciada de 1/8 pulg (3,2 mm) de espesor, sin imperfecciones, de aproximadamente 1 pulg (25 mm) de ancho por un largo igual o levemente mayor al de la probeta para cada probeta. Las franjas de apoyo deben colocarse entre la probeta y las placas de apoyo superior e inferior de la máquina de ensayo o entre la probeta y las placas o barras suplementarias,

si se emplean (véase 5.2). Las franjas de apoyo no deben volver a utilizarse.

## 6. Probetas de ensayo

6.1 Las probetas de ensayo deben cumplir con las dimensiones, moldeo y curado establecidos en la Práctica C (probetas de obra) o de la Práctica C 192 (probetas de laboratorio). Los núcleos taladrados deben cumplir con los requisitos de tamaño y condiciones de humedad establecidos en el Método de Ensayo C 42. Las probetas curadas por vía húmeda, durante el periodo transcurrido entre la remoción de su ambiente de curado y el ensayo, deben mantenerse húmedos cubriéndolas con una arpillera o paño húmedo, y deben ser ensayadas en condición húmeda en cuanto sea posible.

6.2 Se debe emplear el siguiente procedimiento de curado en las evaluaciones del hormigón liviano: las probetas ensayadas a los 28 días deben mantenerse en ambiente de aire seco después de ser curadas por vía húmeda durante 7 días, seguidos por 21 días de secado a  $73 \pm 3^{\circ}\text{F}$  ( $23 \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ ) y una humedad relativa de  $50 \pm 5\%$ .

## 7. Procedimiento

7.1 Marcación - Dibuje líneas diametrales en cada extremo de la probeta usando un instrumento adecuado que le asegure que se encuentran en el mismo plano axial (véase Fig. 1, Fig.2 y Nota 2) o como alternativa, use la barra de alineación señalada en la Figura 3 (Nota 3).

Nota 2 – Las Figuras 1 y 2 muestran el aparato adecuado para dibujar las líneas diametrales en cada extremo en el mismo plano axial de la probeta. El aparato está formado por las tres partes siguientes:

- (1) Un perfil canal de acero de 4 pulg (100 mm) de ancho, cuyos lados han sido nivelados en un mismo plano con la ayuda de una máquina.
- (2) Una sección de barra en T, B, que ha sido ranurada para que se ajuste suavemente sobre los lados de la canal y que incluye una ranura rectangular para ensamblar el elemento vertical en la barra T, y

(3) Una barra vertical, C, con una abertura longitudinal, A, para guiar un lápiz.

La barra T no se sujeta a la canal y se coloca ya sea en el extremo de la canal sin que deteriore la posición de la probeta al marcar las líneas diametrales.

Nota 3 – En la Figura 4 se muestra el detalle de la barra de alineación de la Fig. 3, para lograr el mismo objetivo al marcar las líneas diametrales. El aparato consiste en:

- (1) Una base para sostener la franja de apoyo inferior y el cilindro.
- (2) Una barra de apoyo suplementaria conforme a los requisitos de la Sección 5 en cuenta a sus dimensiones críticas y planeidad, y
- (3) Dos pie derechos que sirven para ubicar el cilindro de ensayo, franjas de apoyo y barra de apoyo suplementaria.

7.2 Mediciones - Determine el diámetro de la probeta de ensayo aproximándolo a 0,01 pulg (=,25 mm) más cercano, promediando tres diámetros medidos cerca de los extremos y en el medio de la probeta y en el plano que contiene las dos líneas marcadas en los dos extremos. Determine la longitud de la probeta aproximándola a 0,1 pulg (2,5 mm) más cercano, promediando al menos dos medidas del largo tomadas en el plano que contiene las dos líneas marcadas en los dos extremos.

7.3 Posicionamiento usando las líneas marcadas diametralmente - Centre una de las franjas de apoyo a lo largo del centro del bloque inferior de apoyo. Coloque la probeta sobre la franja de apoyo y alínee de manera que las líneas marcadas en los extremos de la probeta se encuentren en forma vertical y centrada sobre la franja de apoyo. Coloque una segunda franja de apoyo a lo largo del cilindro, centrada en las líneas marcadas en los extremos del cilindro. Coloque el dispositivo para asegurar las siguientes condiciones:

7.3.1 La proyección del plano de las dos líneas marcadas en los extremos de la probeta intersecta el centro de la placa superior de apoyo, y

7.3.2 La barra o placa de apoyo suplementaria, si se usa, y el centro de la probeta se encuentran directamente bajo el centro de empuje del bloque de apoyo esférico (véase Fig.5).

7.4 Posicionamiento usando guías de alineación - Coloque las franjas de apoyo, el cilindro de ensayo y la barra de apoyo suplementaria mediante la guía de alineación ilustrada en la Fig.3 y centre la guía de manera que la barra de apoyo suplementaria y el centro de la probeta se encuentren directamente bajo en centro de empuje del bloque de apoyo esférico.

7.5 Velocidad de carga - Aplique la carga de forma continua y sin golpes, a una velocidad constante dentro del rango de 100 a 200 psi/min (689 a 1380 kPa/min) de tracción por hendimiento hasta que ocurra la falla de la probeta (Nota 4). Registre la carga máxima aplicada indicada en la máquina de ensayo en la falla. Anote el tipo de falla y la apariencia del hormigón.

Nota 4 - La relación entre la tracción por hendimiento y la carga aplicada se aprecia en la Sección 8. El rango de carga requerido en la tracción por hendimiento corresponde a la carga total aplicada en el rango de 11.300 a 22.600 lbf (50 a 100 kN)/min para los cilindros de 6 por 12 pulg (152 x 305 mm).

Figura 1 Vista general de los aparatos adecuados para marcar los diámetros en los extremos del cilindro usados para alinear la probeta en la máquina de ensayo

Figura 2 Planos de detalles de un aparato adecuado para marcar los diámetros en los extremos del cilindro, usados para alinear la probeta en la máquina de ensayo.

EQUIVALENCIAS usadas en la Fig. 1, Fig.2 y Fig.3

Pulg	1/16	1/8	3/16	1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	2	2	1/2
	4	7 1/2	8	8 1/4	15						
mm	1,6	3,2	4,8	6,4	13	19	25	32	50	65	
	100	190	200	205	375						

Figura 3 Guías para alinear los cilindros de hormigón y las franjas de apoyo

## 8. Cálculos

8.1 Calcule la resistencia a la tracción por hendimiento de la probeta de la siguiente manera:

$$T = 2 P / \pi l d \quad (1)$$

donde:

T = resistencia a la tracción por hendimiento, psi (kPa)

P = carga máxima aplicada señalada por la máquina de ensayo, lbf (kN)

l = longitud, pulg.,(mm),

d = diámetro, pulg., (mm).

## 9. Informe

9.1 Entregue la siguiente información:

9.1.1 Número de identificación

9.1.2 Diámetro y longitud, pulg, (mm)

9.1.3 Carga máxima, lbf (kN)

9.1.4 Resistencia a la tracción por hendimiento calculada aproximada al 5 psi (35 kPa) más cercano

9.1.5 A probeta

9.1.6 Historial de curado

9.1.7 Defectos de la probeta

9.1.8 Tipo de fractura

9.1.9 Tipo de probeta.

## 10. Precisión y sesgo

10.1 Precisión - No se han realizado estudios interlaboratorios sobre este método de ensayo. Los datos<sup>3</sup> de las investigaciones sin embargo, sugieren que el coeficiente de variación dentro de la colada es de 5% (véase Nota 5) para probetas cilíndricas de 6 x 12 pulg (152 x 305 mm) con un promedio de resistencia a la tracción por hendimiento de 405 psi (2,8 MPa). Los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente con el mismo material, por lo tanto, no deberán diferir en más del 14% (véase Nota 5) de

su promedio para las resistencias a la tracción por hendimiento de alrededor de 400 psi (2,8 MPa).

Nota 5 - Estos números representan los límites (1s %) y (d2s %), respectivamente, como se definen en la Práctica C 670.

10.2 Sesgo - Este método de ensayo no tiene sesgo porque la resistencia a la tracción por hendimiento puede ser definida sólo en términos de este método de ensayo.

## 11. Palabras clave

11.1 probeta cilíndrica de hormigón; tracción por hendimiento; resistencia a la tracción.

Figura 4 Detalle de los planos para una guía de alineación adecuada

Figura 5 Probeta colocada en la máquina de ensayo para determinar la resistencia a la tracción por hendimiento

La American Society for Testing and Materials no tiene ninguna posición frente a la validez de cualquier derecho de patente relacionado con cualquiera de los puntos mencionados en esta norma. A los usuarios de esta norma se les advierte expresamente que la determinación de la validez de cualquiera de esos derechos patentados, y el riesgo de infringir esos derechos, son de su entera responsabilidad.

Esta norma podrá ser sometida a revisión en cualquier momento por el comité técnico responsable y deberá ser revisada cada cinco años y, en caso de no ser revisada, será reprobada o revocada. La ASTM le invita a expresar sus comentarios ya sea para la revisión de esta norma o para otras normas adicionales, los que deberán dirigirse a las Oficinas Centrales de la ASTM. Sus comentarios serán estudiados cuidadosamente durante una reunión del comité técnico responsable, a la que usted podrá asistir. En caso de que usted encuentre que sus comentarios no fueron atendidos adecuadamente, puede presentar sus consideraciones al Comité de Normas de la ASTM, en la dirección señalada más adelante.

Los derechos de esta norma se encuentran reservados por la ASTM, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Se puede obtener reimpresiones (copias únicas o múltiples) de esta norma en la dirección mencionada o en el fono 610-832-9585, en el fax 610-832-9555, en el e-mail [service@astm.org](mailto:service@astm.org) o bien el sitio web de la ASTM ([www.astm.org](http://www.astm.org)).

**INSTRUMENTOS  
CERTIFICADO  
DE LOS  
ENSAYOS**



**DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO**

( Frasco de Le Chaletier )  
(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH:QUEVEDO CASTILLO VICTOR GABRIEL  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO FC = 210 Kg/Cm2,  
SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CANA DE AZUCAR- 2018  
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
MATERIAL : CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR  
FECHA : 12/10/2018

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	22.60	22.60
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	22.60	22.60
PESO ESPECIFICO		2.832	2.832
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm3)	2.832	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reyes*  
Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE



**DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO**

( Frasco de Le Chaletir )

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH:VICTOR GABRIEL QUEVEDO CASTILLO  
 TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO F'c=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO CON 7,9,11% DE CENIZA DE BAGASO DE CAÑA DE AZUCAR-2018  
 MATERIAL : 89% DE CEMENTO 11% DE CENIZA DE BAGASO DE CAÑA DE AZUCAR  
 FECHA : 10/12/2018

PRUEBA Nº		01	02
FRASCO Nº			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	20.00	20.00
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	20.00	20.00
PESO ESPECIFICO		3.200	3.200
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm <sup>3</sup> )	3.200	



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Morúa Reyes*  
**Ing. Jorge Morúa Reyes**  
 JEFE



**DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO**

(Frasco de Le Chaleteir)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH:VICTOR GABRIEL QUEVEDO CASTILLO  
 TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO CON 7,9,11% DE CENIZA DE BAGASO DE CAÑA DE AZUCAR-2018  
 MATERIAL : 91% DE CEMENTO 9% DE CENIZA DE BAGASO DE CAÑA DE AZUCAR  
 FECHA : 10/12/2018

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	19.00	19.00
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	19.00	19.00
PESO ESPECIFICO		3.368	3.368
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm3)	3.368	



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reyes*  
**Ing. Jorge Montañez Reyes**  
 JEFE



**DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO**

(Frasco de Le Chaletier)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTCE 610-2000)

SOLICITA : BACH:VICTOR GABRIEL QUEVEDO CASTILLO  
 TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO  
 AL CEMENTO CON 7,9,11% DE CENIZA DE BAGASO DE CAÑA DE AZUCAR-2018  
 MATERIAL : 93% DE CEMENTO 7% DE CENIZA DE BAGASO DE CAÑA DE AZUCAR  
 FECHA : 10/12/2018

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	18.50	18.50
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	18.50	18.50
PESO ESPECIFICO		3.459	3.459
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm <sup>3</sup> )	3.459	



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reyes*  
**Ing. Jorge Montañez Reyes**  
 JEFE



## CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono 317 - 6000



SGC-REG-06-G0002  
Versión 01

### Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150  
Pacasmayo, 20 de Julio del 2016

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.2	Máximo 6.0
SO3	%	2.8	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.0	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.73	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	8	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.10	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	3770	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.12	NO ESPECIFICA

#### Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	31.7 (323)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	38.5 (392)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	46.5 (474)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

#### Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	132	Mínimo 45
Fraguado Final	min	289	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-06-2016 al 30-06-2016  
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Mayo 2016  
(\*) Requisito opcional.

Ing. Ivanoff V. Rojas Tello  
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por : Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO**

(ASTM C 136-06)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROYECTO :** "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**CANTERA :** SAN PEDRITO

**SOLICITA :** QUEVEDO CASTILLO VICTOR GABRIEL

**MATERIAL :** PIEDRA CHANCADA

**FECHA :** SETIEMBRE

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
N°	Abert. (mm)	(gr)	(%)	(%)	(gr)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.06	3.00	3.00	97.00
1/2"	12.50	0.81	40.68	43.67	56.33
3/8"	9.52	0.76	37.84	81.52	18.48
N° 4	4.76	0.36	18.17	99.68	0.32
N° 8	2.36	0.00	0.00	99.68	0.32
N° 16	1.18	0.00	0.00	99.68	0.32
N° 30	0.60	0.00	0.00	99.68	0.32
N° 50	0.30	0.00	0.00	99.68	0.32
N° 100	0.15	0.00	0.00	99.68	0.32
N° 200	0.08	0.00	0.00	99.68	0.32
Plato		0.01	0.32	100	0.00
		2.00	100.00		

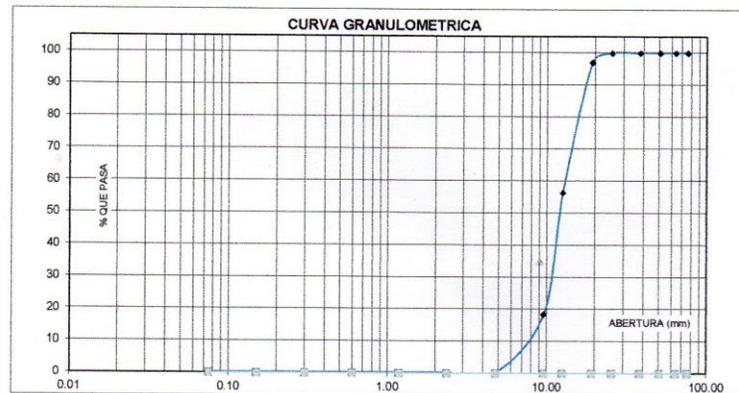
**PROPIEDADES FÍSICAS**

**TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL** 1/2"

**HUSO (ASTM C-33)** 7

**MÓDULO DE FINEZA** 7.26

**OBSERVACIONES**



**CAMPUS CHIMBOTE**

Av. Central Mz. H Lt. 1

Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villalón Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO</b>			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>			
<b>PROYECTO :</b> "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO $f'_c=210$ Kg/cm <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"			
<b>CANTERA :</b> LA CUMBRE		<b>SOLICITA :</b> QUEVEDO CASTILLO VICTOR GABRIEL	
<b>MATERIAL :</b> ARENA GRUESA			
<b>FECHA :</b> SETIEMBRE			
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde (gr)	2330	2330	2330
Peso de molde + muestra (gr)	7675.10	7599.4	7625.2
Peso de muestra (gr)	5345.10	5269.4	5295.2
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	3265.92	3266.92	3267.92
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1636.63	1612.96	1620.36
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1623.31		
Corrección por Humedad	1619.82		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde (gr)	2330	2330	2330
Peso de molde + muestra (gr)	8181	8219	8143.3
Peso de muestra (gr)	5851	5889	5813.3
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	3265.92	3266.92	3266.92
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1791.53	1802.62	1779.44
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1791.20		
Corrección por Humedad	1787.34		



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Lener Hamilton Villalobos Vásquez**  
TECNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO</b>			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>			
<b>PROYECTO :</b> "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO $f_c=210$ Kg/cm <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"			
<b>CANTERA :</b> SAN PEDRITO		<b>SOLICITA :</b> QUEVEDO CASTILLO VICTOR GABRIEL	
<b>MATERIAL :</b> PIEDRA CHANCADA			
<b>FECHA :</b> SETIEMBRE			
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
ENSAYO N°	1	2	3
Peso de molde (gr)	4641.30	4642.30	4643.30
Peso de molde + muestra (gr)	18564.00	18235.80	18256.40
Peso de muestra (gr)	13922.70	13593.50	13613.10
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	9559.02	9560.02	9561.02
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1456.50	1421.91	1423.81
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1434.07		
Corrección por Humedad	1430.99		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
ENSAYO N°	1	2	3
Peso de molde (gr)	4641.30	4642.30	4643.30
Peso de molde + muestra (gr)	19513.00	19326.60	19451.70
Peso de muestra (gr)	14871.70	14684.30	14808.40
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	9559.02	9560.02	9561.02
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1555.78	1536.01	1548.83
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1546.87		
Corrección por Humedad	1543.55		

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vésquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



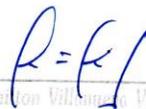
fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



<b><u>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</u></b>			
( ASTM D-2216)			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>			
<b>PROYECTO :</b> "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO $f'_c=210$ Kg/cm <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"			
<b>CANTERA :</b> SAN PEDRITO		<b>SOLICITA :</b> QUEVEDO CASTILLO VICTOR GABRIEL	
<b>MATERIAL :</b> PIEDRA CHANCADA			
<b>FECHA :</b> SETIEMBRE			
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	7.64	7.70	7.96
TARA + SUELO SECO (gr)	7.64	7.70	7.95
PESO DEL AGUA (gr)	0.00	0.00	0.01
PESO DE LA TARA (gr)	4.63	3.35	3.82
PESO DEL SUELO SECO (gr)	3.01	4.35	4.13
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.00	0.00	0.24
<b>PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>0.08</b>		

**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



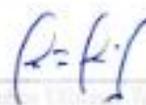
fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
**ucv.edu.pe**



<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</b>		
(MTC E-206, ASTM C-127)		
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>		
<b>PROYECTO :</b>	*RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCIÓN DEL CONCRETO $F_{ck}=210 \text{ kg/cm}^2$ , SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 12% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR – 2018*	
<b>CANERA :</b>	SAN PEDRITO	<b>SOLICITA :</b> QUEVEDO CASTILLO VICTOR GABRIEL
<b>MATERIAL :</b>	PIEDRA CHANCADA	
<b>FECHA :</b>	SEPTIEMBRE	
ENSAYO N°	1	2
A Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1001.7	1001.7
B Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	652.33	652.33
C Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	349.37	349.37
D Peso de material seco en estufa	995.60	995.60
E Volumen de masa (C-(A-D))	343.27	343.27
F P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.85	2.85
G P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.87	2.87
H P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.90	2.90
I Absorción (%) ((A-D)/A)x100)	0.61	0.61
	P.e. Bulk (Base Seca) : 2.85 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.87 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.90 Absorción (%) : 0.61	

  
**M<sup>g</sup>. Erika Napari** Mero Castañeda  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: 0431 483 030 Ana.: 4000

  
**Victor Gabriel**  
 Ingeniero de la Universidad César Vallejo



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe





<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b> ( ASTM D-2216)			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>			
<b>PROYECTO :</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO $f_c=210$ Kg/cm <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"		
<b>CANTERA :</b>	LA CUMBRE	<b>SOLICITA :</b>	QUEVEDO CASTILLO VICTOR GABRIEL
<b>MATERIAL :</b>	ARENA GRUESA		
<b>FECHA :</b>	SETIEMBRE		
ENSAYO N°	1	2	3
TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	6.74	7.91	6.76
TARA + SUELO SECO (gr)	6.73	7.91	6.75
PESO DEL AGUA (gr)	0.01	0.00	0.01
PESO DE LA TARA (gr)	3.48	4.62	3.80
PESO DEL SUELO SECO (gr)	3.25	3.29	2.95
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.31	0.00	0.34
<b>PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	0.22		



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Lener Hamilton Villalinos Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**DISEÑO DE MEZCLA**

(MÉTODO A.C.I.)

**SOLICITA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR  
**TESIS** : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7,9,11% DE CENIZA  
**LUGAR** : NUEVO CHIMBOTE  
**FECHA** : SETIEMBRE

**I.- ESPECIFICACIONES**

\* La selección de las proporciones se haran empleando el método del A.C.I.

\* La resistencia de diseño especificada a los 28 días es de  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

**1.2.- Materiales**

**a.- Cemento Portland**

Tipo : I 0  
 P. Especifico : 3.12

**b.- Agua**

Tipo : Potable de la Zona  
 P. Especifico : 1

**c.- Agregado Fino**

LA CUMBRE

P. Especifico de la masa : 2.740  
 Peso Unitario Seco Suelto : 1619.82 kg/m<sup>3</sup>  
 Peso Unitario Seco Compactado : 1787.34 kg/m<sup>3</sup>  
 Contenido de humedad : 0.22 %  
 Absorción : 1.94 %  
 Modulo de fineza : 3.01

**d.- Agregado Grueso**

SAN PEDRITO

Tamaño maximo nominal : 1/2"  
 P. Especifico de la masa : 2.90  
 Peso Unitario Seco Suelto : 1430.99 kg/m<sup>3</sup>  
 Peso Unitario Seco Compactado : 1543.55 kg/m<sup>3</sup>  
 Contenido de humedad : 0.08 %  
 Absorción : 0.61 %  
 Modulo de fineza : 7.26

**II.- SECUENCIA DE DISEÑO**

**2.1.- Determinación de Resistencia Promedio** : 294 kg/cm<sup>2</sup>

Dado a que ni se conoce el valor de la desviacion estandar, entonces según la norma ININVI se tiene:

$$f'_c : f'_c + f'_{cr}$$

$$f'_c : 210 + 84 = \boxed{294 \text{ kg/cm}^2}$$

**2.2.- Selección del Tamaño Maximo Nominal** : 1/2"

De acuerdo a la granulometria del agregado grueso le corresponde un tamaño maximo nominal  $\boxed{1/2''}$



**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

Ma Erika Mabalú Mozo Castañeda

Lener Hamilton Villanueva Vásquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



**2.3.- Selección del Asentamiento**

: 3" a 4"  
De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de **3" a 4"**

**2.4.- Volumen Unitario de Agua**

: 216 lt/m<sup>3</sup>  
Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de 1/2", el volumen unitario de agua es **216 lt/m<sup>3</sup>**

**2.5.- Contenido de Aire**

: 2.5 %  
Se determina el contenido de aire atrapado para agregado grueso de tamaño máximo nominal de **1/2"** es de **2.5 %**

**2.6.- Relación Agua - Cemento a/c**

: 0.558  
Para una resistencia de diseño  $f'c$ : 294 kg/cm<sup>2</sup>, sin aire incorporado, la relación agua - cemento es de **0.558**

$$\begin{array}{l} 250 \longrightarrow 0.62 \\ 294 \longrightarrow x \\ 300 \longrightarrow 0.55 \end{array} \Rightarrow = \frac{294 - 250}{300 - 250} = \frac{x - 0.62}{0.55 - 0.62} = \boxed{0.558}$$

**2.7.- Factor Cemento**

: **386.82 kg/m<sup>3</sup>**

El Factor cemento sera :  $\frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relacion Agua - Cemento}}$

$$216 \text{ lt/m}^3 \xrightarrow{\text{Cemento}} 0.558 \text{ lt/kg} = 386.82 \text{ kg/m}^3 \xrightarrow{\text{Cemento en bolsas}} 42.5 \text{ kg} : 9.10 \text{ bls/m}^3$$

**2.8.- Contenido del Agregado Grueso**

: 816.54 kg/m<sup>3</sup>

Modulo de Fineza de 3.01 y tamaño máximo nominal de 1/2" se obtiene un volumen de agregado Grueso Compactado de **0.529 m<sup>3</sup>** de agregado.

$$\begin{array}{l} 3.00 \longrightarrow 0.53 \\ 3.01 \longrightarrow x \\ 3.20 \longrightarrow 0.51 \end{array} \Rightarrow = \frac{3.01 - 3.00}{3.20 - 3.00} = \frac{x - 0.53}{0.53 - 0.51} = \boxed{0.529 \text{ m}^3}$$

$$\text{Peso del agregado Grueso} = \text{Vol. De agregado Grueso Compactado} \times \text{Peso Unitario Seco Compactado} = 0.529 \times 1543.55 = \boxed{816.54 \text{ kg/m}^3}$$

**2.9.- Volúmenes Absolutos**

Cemento	:	386.82	x	0.001	/	3.12	=	0.124
Agua	:	216.00	x	0.001	/	1.00	=	0.216
Aire	:	2.50	/	100.00			=	0.025
Agregado Grueso	:	816.54	x	0.001	/	2.90	=	0.282
								<b>0.647 m<sup>3</sup></b>

**2.9.-Contenido de Agregado Fino**

$$\begin{array}{l} \text{Vol. Absoluto. De Agregado Fino} : 1 \text{ m}^3 - 0.647 \text{ m}^3 = 0.353 \text{ m}^3 \\ \text{Peso del Agregado Fino} : \\ 0.353 \text{ m}^3 \times 2.740 \text{ cm}^3/\text{gr} \times \frac{1.00 \text{ kg}/\text{gr}}{1000} \times 1000000.00 \text{ cm}^3/\text{m}^3 = \boxed{968.5 \text{ kg/m}^3} \end{array}$$

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Erika Maatú Mozo Castañeda



Lener Henríquez Vázquez  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.pe  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## 2.10.- Valores de Diseño

Cantidad de material a ser empleado seran:

Cemento	:	386.82	kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	216.00	lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	:	968.47	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Seco	:	816.54	kg/m <sup>3</sup>

## 2.11.- Corrección por Humedad

Corregimos por humedad del Agregados a fin de obtener los valores a ser usados en obra.

Peso Humedo del agregado:

Agregado Fino	:	968.5 x ( 1 + W % )	=	970.60 kg/m <sup>3</sup>
		968.5 x ( 1 + 0.0022 )		
Agregado Grueso	:	816.5 x ( 1 + W % )	=	817.19 kg/m <sup>3</sup>
		816.5 x ( 1 + 0.0008 )		

### \* humedad superficial del agregado

Agregado Fino	:	W % - Abs %	=	-1.72 %
		0.22 - 1.94		
Agregado Grueso	:	W % - Abs %	=	-0.53 %
		0.08 - 0.61		

### \* Aporte de humedad de los agregados

Agregado Fino	:	970.60 kg/m <sup>3</sup>	x ( -0.0172 )	=	-16.69 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	817.19 kg/m <sup>3</sup>	x ( -0.0053 )	=	-4.33 lt/m <sup>3</sup>
					-21.02 lt/m <sup>3</sup>

* Agua efectiva	:	216.00 lt/m <sup>3</sup>	- ( -21.02 lt/m <sup>3</sup> )	=	237.02 lt/m <sup>3</sup>
			<u>Cemento en bolsas</u>		
		237.02 lt/m <sup>3</sup>	9.10 bls/m <sup>3</sup>	=	26.04 lt/bls

## 2.12.- Valores de Diseño Corregidos

Cemento	:	386.82 kg/m <sup>3</sup>	=	9.10 bls/m <sup>3</sup>
Agua	:	237.02 lt/m <sup>3</sup>	=	26.04 lt/bls
Agregado Fino Seco	:	970.60 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado Grueso Seco	:	817.19 kg/m <sup>3</sup>		

## 2.13.- Proporción en Peso

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
$\frac{386.82}{386.82}$	;	$\frac{970.60}{386.82}$	;	$\frac{817.19}{386.82}$ ;
				26.04 lt/saco →

1	;	2.51	;	2.11	;	26.04 lt/saco
---	---	------	---	------	---	---------------

## 17.-Cantidad de Material por tanda de 1 saco de cemento

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.5 kg/saco
Agua	:	26.04	x	1.00	=	26.0 lt/saco

**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

**Ma Erika Maqalu Mozo Castañeda**  
 T. 483 030 Anx. 4000

**Roberto Vásquez Vásquez**  
 T. 483 030 Anx. 4000



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



Agregado Fino Seco	:	2.51	x	42.5	=	106.6 kg/saco
Agregado Grueso Seco	:	2.11	x	42.5	=	89.8 kg/saco

**2.14.- Proporción en Volumen**

Agregado Fino	:	1619.8	x	(	1	+	W %	)	
		1619.8	x	(	1	+	0.0022	)	= 1623.38 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	1431.0	x	(	1	+	W %	)	
		1431.0	x	(	1	+	0.0008	)	= 1432.13 kg/m <sup>3</sup>

**\* Peso por Pie<sup>3</sup>**

Agregado Fino	:	1623.38	kg/m <sup>3</sup>	x	35.3147 m <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>	=	45.97 kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	1432.13	kg/m <sup>3</sup>	x	35.3147 m <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>	=	40.55 kg/pie <sup>3</sup>

**\* Dosificación en Volumen**

Cemento	:	1	x	<u>42.5</u>	=	1 Pie <sup>3</sup>
				42.5	=	
Agregado Fino	:	2.51	x	<u>42.5</u>	=	2.32 Pie <sup>3</sup>
				45.97	=	
Agregado Grueso	:	2.11	x	<u>42.5</u>	=	2.21 Pie <sup>3</sup>
				40.55	=	

**1 ; 2.32 ; 2.21 ; 26.04 l/pie<sup>3</sup>**

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1

Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Maaly Mozo Castañeda**



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM C 136-06)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

CANTERA : LA CUMBRE

ALUMNO : QUEVEDO CASTILLO VICTOR GABRIEL

MATERIAL : ARENA GRUESA

FECHA : SETIEMBRE

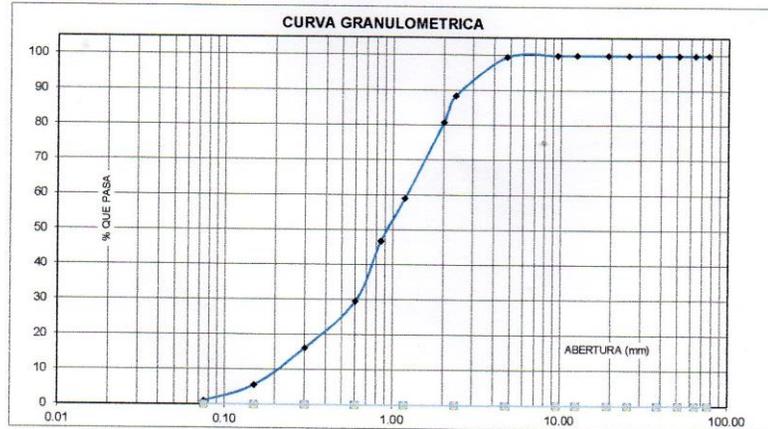
TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE (gr)
N° 3"	76.20	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.01	0.46	99.54
N° 8	2.36	0.22	11.10	88.44
N° 10	2.00	0.15	7.55	80.89
N° 16	1.18	0.44	21.83	59.06
N° 20	0.85	0.24	12.22	46.85
N° 30	0.60	0.34	17.20	29.65
N° 50	0.30	0.27	13.38	16.27
N° 100	0.15	0.21	10.63	5.64
N° 200	0.08	0.09	4.66	0.98
Plato		0.02	0.99	100.00
		2.00	100.00	

PROPIEDADES FISICAS

MÓDULO DE FINEZA 3.01

OBSERVACIONES

CURVA GRANULOMETRICA



CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1

Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villanueva Vásquez  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**DISEÑO DE MEZCLA**

(MÉTODO A.C.I.)

**SOLICITA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR  
**TESIS** : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7,9,11% DE CENIZA BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR  
**LUGAR** : NUEVO CHIMBOTE  
**FECHA** : OCTUBRE

**I.- ESPECIFICACIONES**

\* La selección de las proporciones se harán empleando el método del A.C.I.

\* La resistencia de diseño especificada a los 28 días es de  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

**1.2.- Materiales**

**a.- Cemento Portland**

Tipo	:	I	0
P. Especifico	:	3.45	

**b.- Agua**

Tipo	:	Potable de la Zona
P. Especifico	:	1

**c.- Agregado Fino**

**LA CUMBRE**

P. Especifico de la masa	:	2.740	
Peso Unitario Seco Suelto	:	1619.82	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Compactado	:	1787.34	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	:	0.22	%
Absorción	:	1.94	%
Modulo de fineza	:	3.01	

**d.- Agregado Grueso**

**SAN PEDRITO**

Tamaño maximo nominal	:	1/2"	
P. Especifico de la masa	:	2.90	
Peso Unitario Seco Suelto	:	1430.99	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Compactado	:	1543.55	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	:	0.08	%
Absorción	:	0.61	%
Modulo de fineza	:	7.26	

**II.- SECUENCIA DE DISEÑO**

**2.1.- Determinación de Resistencia Promedio** : 294 kg/cm<sup>2</sup>

Dado a que ni se conoce el valor de la desviacion estandar, entonces según la norma ININVI se tiene:

$$f_c : f_c + f_{cr} = \frac{294}{210 + 84} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

**2.2.- Selección del Tamaño Maximo Nominal** : 1/2"

De acuerdo a la granulometria del agregado grueso le corresponde un tamaño maximo nominal  $\frac{1}{2}$ "



**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



2.3.- **Selección del Asentamiento** : 3" a 4"  
De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plastica, a la que corresponde un asentamiento de **3" a 4"**

2.4.- **Volumen Unitario de Agua** : 216 lt/m<sup>3</sup>  
Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de 1/2", el volumen unitario de agua es **216 lt/m<sup>3</sup>**

2.5.- **Contenido de Aire** : 2.5 %  
Se determina el contenido de aire atrapado para agregado grueso de tamaño máximo nominal de 1/2" es de **2.5 %**

2.6.- **Relación Agua - Cemento a/c** : 0.558  
Para una resistencia de diseño f'c : 294 kg/cm<sup>2</sup>, sin aire incorporado, la relación agua - cemento es de 0.558

$$\begin{array}{l} 250 \longrightarrow 0.62 \\ 294 \longrightarrow x \\ 300 \longrightarrow 0.55 \end{array} \quad \longrightarrow \quad = \frac{294 - 250}{300 - 250} = \frac{x - 0.62}{0.55 - 0.62} = \boxed{0.558}$$

2.7.- **Factor Cemento** : **386.82 kg/m<sup>3</sup>**

El Factor cemento sera :  $\frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relacion Agua - Cemento}}$

$$216 \text{ lt/m}^3 \xrightarrow{\text{Cemento}} 0.558 \text{ lt/kg} = 386.82 \text{ kg/m}^3 \xrightarrow{\text{Cemento en bolsas}} 42.5 \text{ kg} : 9.10 \text{ bls/m}^3$$

2.8.- **Contenido del Agregado Grueso** : 816.54 kg/m<sup>3</sup>

Modulo de Fineza de 3.01 y tamaño máximo nominal de 1/2" se obtiene un volumen de agregado Grueso Compactado de 0.529 m<sup>3</sup> de agregado.

$$\begin{array}{l} 3.00 \longrightarrow 0.53 \\ 3.01 \longrightarrow x \\ 3.20 \longrightarrow 0.51 \end{array} \quad \longrightarrow \quad = \frac{3.01 - 3.00}{3.20 - 3.00} = \frac{x - 0.53}{0.53 - 0.51} = \boxed{0.529 \text{ m}^3}$$

Peso del agregado Grueso = Vol. De agregado Grueso Compactado x Peso Unitario Seco Compactado

$$= 0.529 \times 1543.55 = \boxed{816.54 \text{ kg/m}^3}$$

2.9.- **Volumenes Absolutos**

Cemento	:	386.82	x	0.001	/	3.45	=	0.112
Agua	:	216.00	x	0.001	/	1.00	=	0.216
Aire	:	2.50	/	100.00			=	0.025
Agregado Grueso	:	816.54	x	0.001	/	2.90	=	0.282
								<b>0.635 m<sup>3</sup></b>

2.9.- **Contenido de Agregado Fino**

Vol. Absoluto. De Agregado Fino : 1 m<sup>3</sup> - 0.635 m<sup>3</sup> = 0.365 m<sup>3</sup>  
Peso del Agregado Fino :

$$0.365 \text{ m}^3 \times 2.740 \text{ cm}^3/\text{gr} \times \frac{1.00 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} \times 1000000.00 \text{ cm}^3/\text{m}^3 = \boxed{1001 \text{ kg/m}^3}$$



CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villanueva Vásquez  
TÉCNICO DE LABORATORIO





## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### 2.10.- Valores de Diseño

Cantidad de material a ser empleado seran:

Cemento	:	386.82	kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	216.00	lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	:	1000.96	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Seco	:	816.54	kg/m <sup>3</sup>

### 2.11.- Corrección por Humedad

Corregimos por humedad del Agregados a fin de obtener los valores a ser usados en obra.

Peso Humedo del agregado:

Agregado Fino	:	1001.0	x	(	1	+	W %	)	
		1001.0	x	(	1	+	0.0022	)	= 1003.16 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	816.5	x	(	1	+	W %	)	
		816.5	x	(	1	+	0.0008	)	= 817.19 kg/m <sup>3</sup>

#### \* humedad superficial del agregado

Agregado Fino	:	W %	-	Abs %	
	:	0.22	-	1.94	= -1.72 %
Agregado Grueso	:	W %	-	Abs %	
	:	0.08	-	0.61	= -0.53 %

#### \* Aporte de humedad de los agregados

Agregado Fino	:	1003.16	kg/m <sup>3</sup>	x	(	-0.0172	)	=	-17.25	lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	817.19	kg/m <sup>3</sup>	x	(	-0.0053	)	=	-4.33	lt/m <sup>3</sup>
									-21.58	lt/m <sup>3</sup>

* Agua efectiva	:	216.00	lt/m <sup>3</sup>	-	(	-21.58	lt/m <sup>3</sup> )	=	237.58	lt/m <sup>3</sup>	
						<u>Cemento en bolsas</u>					
	:	237.58	lt/m <sup>3</sup>				9.10	bis/m <sup>3</sup>	=	26.10	lt/bis

### 2.12.- Valores de Diseño Corregidos

Cemento	:	386.82	kg/m <sup>3</sup>	=	9.10	bis/m <sup>3</sup>
Agua	:	237.58	lt/m <sup>3</sup>	=	26.10	lt/bis
Agregado Fino Seco	:	1003.16	kg/m <sup>3</sup>			
Agregado Grueso Seco	:	817.19	kg/m <sup>3</sup>			

### 2.13.- Proporción en Peso

Cemento		Arena		Piedra		Agua	
$\frac{386.82}{386.82}$	;	$\frac{1003.16}{386.82}$	;	$\frac{817.19}{386.82}$	;	26.10	lt/saco
							→

1	;	2.59	;	2.11	;	26.10	lt/saco
---	---	------	---	------	---	-------	---------

### 17.-Cantidad de Material por tanda de 1 saco de cemento

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.5	kg/saco
Agua	:	26.10	x	1.00	=	26.1	lt/saco
Agregado Fino Seco	:	2.59	x	42.5	=	110.2	kg/saco
Agregado Grueso Seco	:	2.11	x	42.5	=	89.8	kg/saco

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1

Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



**2.14.- Proporción en Volumen**

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} & : 1619.8 \times ( 1 + W \% ) \\ & 1619.8 \times ( 1 + 0.0022 ) = 1623.38 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agregado Grueso} & : 1431.0 \times ( 1 + W \% ) \\ & 1431.0 \times ( 1 + 0.0008 ) = 1432.13 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

**\* Peso por Pie<sup>3</sup>**

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} & : 1623.38 \text{ kg/m}^3 \times 35.3147 \text{ m}^3/\text{pie}^3 = 45.97 \text{ kg/pie}^3 \\ \text{Agregado Grueso} & : 1432.13 \text{ kg/m}^3 \times 35.3147 \text{ m}^3/\text{pie}^3 = 40.55 \text{ kg/pie}^3 \end{aligned}$$

**\* Dosificación en Volumen**

$$\begin{array}{rclclcl} \text{Cemento} & : & 1 & \times & \frac{42.5}{42.5} & = & 1 \text{ Pie}^3 \\ \text{Agregado Fino} & : & 2.59 & \times & \frac{42.5}{45.97} & = & 2.40 \text{ Pie}^3 \\ \text{Agregado Grueso} & : & 2.11 & \times & \frac{42.5}{40.55} & = & 2.21 \text{ Pie}^3 \end{array}$$

**1 ; 2.40 ; 2.21 ; 26.10 lt/pie<sup>3</sup>**



**CAMPUS CHIMBOTE**

Av. Central Mz. H Lt. 1

Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

*Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda*  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



*Lener Hamilton Villanueva Vásquez*  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



**DISEÑO DE MEZCLA**

(MÉTODO A.C.I.)

**SOLICITA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR  
**TESIS** : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ , SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7,9,11% DE CENIZA BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR  
**LUGAR** : NUEVO CHIMBOTE  
**FECHA** : OCTUBRE

**I.- ESPECIFICACIONES**

\* La selección de las proporciones se harán empleando el método del A.C.I.

\* La resistencia de diseño especificada a los 28 días es de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**1.2.- Materiales**

**a.- Cemento Portland**

Tipo	:	I	0
P. Especifico	:	3.36	

**b.- Agua**

Tipo	:	Potable de la Zona
P. Especifico	:	1

**c.- Agregado Fino**

		<u>LA CUMBRE</u>	
P. Especifico de la masa	:	2.740	
Peso Unitario Seco Suelto	:	1619.82	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Compactado	:	1787.34	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	:	0.22	%
Absorción	:	1.94	%
Modulo de fineza	:	3.01	

**d.- Agregado Grueso**

		<u>SAN PEDRITO</u>	
Tamaño maximo nominal	:	1/2"	
P. Especifico de la masa	:	2.90	
Peso Unitario Seco Suelto	:	1430.99	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Compactado	:	1543.55	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	:	0.08	%
Absorción	:	0.61	%
Modulo de fineza	:	7.26	

**II.- SECUENCIA DE DISEÑO**

**2.1.- Determinación de Resistencia Promedio** : 294 kg/cm<sup>2</sup>

Dado a que ni se conoce el valor de la desviación estandar, entonces según la norma ININVI se tiene:

$$\frac{f_c}{f_c} : \frac{f_c + f_{cr}}{210 + 84} = \frac{294}{\text{kg/cm}^2}$$

**2.2.- Selección del Tamaño Maximo Nominal** : 1/2"

De acuerdo a la granulometría del agregado grueso le corresponde un tamaño maximo nominal  $\frac{1}{2}$ "



**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

Mg Erika Magaly Mozo Castañeda  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villanueva Vásquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



2.3.- **Selección del Asentamiento** : 3" a 4"  
De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plastica, a la que corresponde un asentamiento de **3" a 4"**

2.4.- **Volumen Unitario de Agua** : 216 lt/m<sup>3</sup>  
Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de 1/2" , el volumen unitario de agua es **216 lt/m<sup>3</sup>**

2.5.- **Contenido de Aire** : 2.5 %  
Se determina el contenido de aire atrapado para agregado grueso de tamaño máximo nominal de **1/2"** es de **2.5 %**

2.6.- **Relación Agua - Cemento a/c** : 0.558  
Para una resistencia de diseño f'c : 294 kg/cm<sup>2</sup> , sin aire incorporado, la relación agua - cemento es de 0.558

$$\begin{array}{l} 250 \longrightarrow 0.62 \\ 294 \longrightarrow x \\ 300 \longrightarrow 0.55 \end{array} \Rightarrow = \frac{294 - 250}{300 - 250} = \frac{x - 0.62}{0.55 - 0.62} = \boxed{0.558}$$

2.7.- **Factor Cemento** : **386.82 kg/m<sup>3</sup>**

El Factor cemento sera :  $\frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relacion Agua - Cemento}}$

$$\frac{216 \text{ lt/m}^3}{0.558 \text{ lt/kg}} = 386.82 \text{ kg/m}^3 = \frac{\text{Cemento en bolsas}}{42.5 \text{ kg}} : 9.10 \text{ bis/m}^3$$

2.8.- **Contenido del Agregado Grueso** : 816.54 kg/m<sup>3</sup>

Modulo de Fineza de 3.01 y tamaño máximo nominal de 1/2" se obtiene un volumen de agregado Grueso Compactado de 0.529 m<sup>3</sup> de agregado.

$$\begin{array}{l} 3.00 \longrightarrow 0.53 \\ 3.01 \longrightarrow x \\ 3.20 \longrightarrow 0.51 \end{array} \Rightarrow = \frac{3.01 - 3.00}{3.20 - 3.00} = \frac{x - 0.53}{0.53 - 0.51} = \boxed{0.529 \text{ m}^3}$$

$$\text{Peso del agregado Grueso} = \text{Vol. De agregado Grueso Compactado} \times \text{Peso Unitario Seco Compactado} = 0.529 \times 1543.55 = \boxed{816.54 \text{ kg/m}^3}$$

2.9.- **Volumenes Absolutos**

Cemento	:	386.82	x	0.001	/	3.36	=	0.115
Agua	:	216.00	x	0.001	/	1.00	=	0.216
Aire	:	2.50	/	100.00			=	0.025
Agregado Grueso	:	816.54	x	0.001	/	2.90	=	0.282
								<b>0.638 m<sup>3</sup></b>

2.9.- **Contenido de Agregado Fino**

$$\text{Vol. Absoluto. De Agregado Fino} : 1 \text{ m}^3 - 0.638 \text{ m}^3 = 0.362 \text{ m}^3$$

$$0.362 \text{ m}^3 \times 2.740 \text{ cm}^3/\text{gr} \times \frac{1.00 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} \times 1000000.00 \text{ cm}^3/\text{m}^3 = \boxed{992.7 \text{ kg/m}^3}$$



**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

**Mg. Erika Magsaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



Facebook: @ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



2.10.- Valores de Diseño

Cantidad de material a ser empleado seran:

Cemento	:	386.82	kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	216.00	lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	:	992.73	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Seco	:	816.54	kg/m <sup>3</sup>

2.11.- Corrección por Humedad

Corregimos por humedad del Agregados a fin de obtener los valores a ser usados en obra.

Peso Humedo del agregado:

Agregado Fino	:	992.7 x ( 1 + W % )	=	994.91 kg/m <sup>3</sup>
	:	992.7 x ( 1 + 0.0022 )	=	
Agregado Grueso	:	816.5 x ( 1 + W % )	=	817.19 kg/m <sup>3</sup>
	:	816.5 x ( 1 + 0.0008 )	=	

\* humedad superficial del agregado

Agregado Fino	:	W % - Abs %	=	-1.72 %
	:	0.22 - 1.94	=	
Agregado Grueso	:	W % - Abs %	=	-0.53 %
	:	0.08 - 0.61	=	

\* Aporte de humedad de los agregados

Agregado Fino	:	994.91 kg/m <sup>3</sup> x ( -0.0172 )	=	-17.11 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	817.19 kg/m <sup>3</sup> x ( -0.0053 )	=	-4.33 lt/m <sup>3</sup>
				-21.44 lt/m <sup>3</sup>

* Agua efectiva	:	216.00 lt/m <sup>3</sup> - ( -21.44 lt/m <sup>3</sup> )	=	237.44 lt/m <sup>3</sup>
	:	237.44 lt/m <sup>3</sup> / 9.10 bls/m <sup>3</sup>	=	26.09 lt/bls

2.12.- Valores de Diseño Corregidos

Cemento	:	386.82 kg/m <sup>3</sup>	=	9.10 bls/m <sup>3</sup>
Agua	:	237.44 lt/m <sup>3</sup>	=	26.09 lt/bls
Agregado Fino Seco	:	994.91 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado Grueso Seco	:	817.19 kg/m <sup>3</sup>		

2.13.- Proporción en Peso

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
$\frac{386.82}{386.82}$ ;	$\frac{994.91}{386.82}$ ;	$\frac{817.19}{386.82}$ ;	26.09 lt/saco	➔

1	2.57	2.11	26.09 lt/saco
---	------	------	---------------

17.-Cantidad de Material por tanda de 1 saco de cemento

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.5	kg/saco
Agua	:	26.09	x	1.00	=	26.1	lt/saco
Agregado Fino Seco	:	2.57	x	42.5	=	109.3	kg/saco
Agregado Grueso Seco	:	2.11	x	42.5	=	89.8	kg/saco



CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villanueva Vásquez  
TÉCNICO DE LABORATORIO

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**2.14.- Proporción en Volumen**

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} & : 1619.8 \times ( 1 + W \% ) \\ & 1619.8 \times ( 1 + 0.0022 ) = 1623.38 \text{ kg/m}^3 \\ \\ \text{Agregado Grueso} & : 1431.0 \times ( 1 + W \% ) \\ & 1431.0 \times ( 1 + 0.0008 ) = 1432.13 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

**\* Peso por Pie<sup>3</sup>**

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} & : 1623.38 \text{ kg/m}^3 \times 35.3147 \text{ m}^3/\text{pie}^3 = 45.97 \text{ kg/pie}^3 \\ \text{Agregado Grueso} & : 1432.13 \text{ kg/m}^3 \times 35.3147 \text{ m}^3/\text{pie}^3 = 40.55 \text{ kg/pie}^3 \end{aligned}$$

**\* Dosificación en Volumen**

$$\begin{array}{rclclcl} \text{Cemento} & : & 1 & \times & \frac{42.5}{42.5} & = & 1 \text{ Pie}^3 \\ \text{Agregado Fino} & : & 2.57 & \times & \frac{42.5}{45.97} & = & 2.38 \text{ Pie}^3 \\ \text{Agregado Grueso} & : & 2.11 & \times & \frac{42.5}{40.55} & = & 2.21 \text{ Pie}^3 \end{array}$$

**1 ; 2.38 ; 2.21 ; 26.09 lt/pie<sup>3</sup>**



**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
**ucv.edu.pe**



**DISEÑO DE MEZCLA**

(MÉTODO A.C.I.)

**SOLICITA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR  
**TESIS** : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ , SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7,9,11% DE CENIZA BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR  
**LUGAR** : NUEVO CHIMBOTE  
**FECHA** : OCTUBRE

**I.- ESPECIFICACIONES**

\* La selección de las proporciones se harán empleando el método del A.C.I.

\* La resistencia de diseño especificada a los 28 días es de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**1.2.- Materiales**

**a.- Cemento Portland**

Tipo	:	I	0
P. Especifico	:	3.2	

**b.- Agua**

Tipo	:	Potable de la Zona
P. Especifico	:	1

**c.- Agregado Fino**

LA CUMBRE

P. Especifico de la masa	:	2.740	
Peso Unitario Seco Suelto	:	1619.82	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Compactado	:	1787.34	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	:	0.22	%
Absorción	:	1.94	%
Modulo de fineza	:	3.01	

**d.- Agregado Grueso**

SAN PEDRITO

Tamaño maximo nominal	:	1/2"	
P. Especifico de la masa	:	2.90	
Peso Unitario Seco Suelto	:	1430.99	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Compactado	:	1543.55	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	:	0.06	%
Absorción	:	0.61	%
Modulo de fineza	:	7.26	

**II.- SECUENCIA DE DISEÑO**

**2.1.- Determinación de Resistencia Promedio** : 294 kg/cm<sup>2</sup>

Dado a que ni se conoce el valor de la desviación estandar, entonces según la norma ININVI se tiene:

$$f'c : f'c + f'cr = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

**2.2.- Selección del Tamaño Maximo Nominal** : 1/2"

De acuerdo a la granulometría del agregado grueso le corresponde un tamaño maximo nominal 1/2"



**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



2.3.- Selección del Asentamiento : 3" a 4"
De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plastica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4"

2.4.- Volumen Unitario de Agua : 216 lt/m³
Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de 1/2", el volumen unitario de agua es 216 lt/m³

2.5.- Contenido de Aire : 2.5 %
Se determina el contenido de aire atrapado para agregado grueso de tamaño máximo nominal de 1/2" es de 2.5 %

2.6.- Relación Agua - Cemento a/c : 0.558
Para una resistencia de diseño f'c : 294 kg/cm², sin aire incorporado, la relación agua - cemento es de 0.558

Handwritten calculation for water-cement ratio: 250 -> 0.62, 294 -> x, 300 -> 0.55. Formula: (294 - 250) / (300 - 250) \* 0.62 = 0.558

2.7.- Factor Cemento : 386.82 kg/m³

El Factor cemento sera : Volumen Unitario de Agua / Relación Agua - Cemento = 216 lt/m³ / 0.558 lt/kg = 386.82 kg/m³ = 386.82 kg/m³ / 42.5 kg = 9.10 blis/m³

2.8.- Contenido del Agregado Grueso : 816.54 kg/m³

Modulo de Fineza de 3.01 y tamaño máximo nominal de 1/2" se obtiene un volumen de agregado Grueso Compactado de 0.529 m³ de agregado.

Handwritten calculation for aggregate volume: 3.00 -> 0.53, 3.01 -> x, 3.20 -> 0.51. Formula: (3.01 - 3.00) / (3.20 - 3.00) \* 0.53 = 0.529 m³

Peso del agregado Grueso = Vol. De agregado Grueso Compactado x Peso Unitario Seco Compactado = 0.529 x 1543.55 = 816.54 kg/m³

2.9.- Volúmenes Absolutos

Table with 4 columns: Material, Quantity, Conversion Factor, Result. Rows for Cemento (0.121), Agua (0.216), Aire (0.025), Agregado Grueso (0.282). Total: 0.643 m³

2.9.-Contenido de Agregado Fino

Vol. Absoluto. De Agregado Fino : 1 m³ - 0.643 m³ = 0.357 m³

0.357 m³ x 2.740 cm³/gr x 1.00 kg / gr / 1000 x 1000000.00 cm³/m³ = 977 kg/m³

CAMPUS CHIMBOTE
Av. Central Mz. H Lt. 1
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

Lener Hamilton Villaqueva Vásquez
TÉCNICO DE LABORATORIO





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## 2.10.- Valores de Diseño

Cantidad de material a ser empleado seran:

Cemento	:	386.82	kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	216.00	lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	:	976.96	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Seco	:	816.54	kg/m <sup>3</sup>

## 2.11.- Corrección por Humedad

Corregimos por humedad del Agregados a fin de obtener los valores a ser usados en obra.

Peso Humedo del agregado:

Agregado Fino	:	977.0 x ( 1 + W % )	=	979.11 kg/m <sup>3</sup>
	:	977.0 x ( 1 + 0.0022 )	=	
Agregado Grueso	:	816.5 x ( 1 + W % )	=	817.19 kg/m <sup>3</sup>
	:	816.5 x ( 1 + 0.0008 )	=	

\* humedad superficial del agregado

Agregado Fino	:	W % - Abs %	=	-1.72 %
	:	0.22 - 1.94	=	
Agregado Grueso	:	W % - Abs %	=	-0.53 %
	:	0.08 - 0.61	=	

\* Aporte de humedad de los agregados

Agregado Fino	:	979.11 kg/m <sup>3</sup> x ( -0.0172 )	=	-16.84 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	817.19 kg/m <sup>3</sup> x ( -0.0053 )	=	-4.33 lt/m <sup>3</sup>
			=	-21.17 lt/m <sup>3</sup>

* Agua efectiva	:	216.00 lt/m <sup>3</sup> - ( -21.17 lt/m <sup>3</sup> )	=	237.17 lt/m <sup>3</sup>
	:	237.17 lt/m <sup>3</sup> $\frac{\text{Cemento en bolsas}}{9.10 \text{ bl/s/m}^3}$	=	26.06 lt/bls

## 2.12.- Valores de Diseño Corregidos

Cemento	:	386.82 kg/m <sup>3</sup>	=	9.10 bl/s/m <sup>3</sup>
Agua	:	237.17 lt/m <sup>3</sup>	=	26.06 lt/bls
Agregado Fino Seco	:	979.11 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado Grueso Seco	:	817.19 kg/m <sup>3</sup>		

## 2.13.- Proporción en Peso

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
$\frac{386.82}{386.82}$	;	$\frac{979.11}{386.82}$	;	$\frac{817.19}{386.82}$ ;
1	;	2.53	;	2.11 ;
				26.06 lt/saco

## 17.-Cantidad de Material por tanda de 1 saco de cemento

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.5	kg/saco
Agua	:	26.06	x	1.00	=	26.1	lt/saco
Agregado Fino Seco	:	2.53	x	42.5	=	107.6	kg/saco
Agregado Grueso Seco	:	2.11	x	42.5	=	89.8	kg/saco



CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villeguera Vásquez  
TÉCNICO DE LABORATORIO

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**2.14.- Proporción en Volumen**

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} & : 1619.8 \times ( 1 + W \% ) \\ & 1619.8 \times ( 1 + 0.0022 ) = 1623.38 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado Grueso} & : 1431.0 \times ( 1 + W \% ) \\ & 1431.0 \times ( 1 + 0.0008 ) = 1432.13 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

**\* Peso por Pie<sup>3</sup>**

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} & : 1623.38 \text{ kg/m}^3 \times 35.3147 \text{ m}^3/\text{pie}^3 = 45.97 \text{ kg/pie}^3 \\ \text{Agregado Grueso} & : 1432.13 \text{ kg/m}^3 \times 35.3147 \text{ m}^3/\text{pie}^3 = 40.55 \text{ kg/pie}^3 \end{aligned}$$

**\* Dosificación en Volumen**

Cemento	:	1	x	<u>42.5</u>	=	1 Pie <sup>3</sup>
				42.5	=	
Agregado Fino	:	2.53	x	<u>42.5</u>	=	2.34 Pie <sup>3</sup>
				45.97	=	
Agregado Grueso	:	2.11	x	<u>42.5</u>	=	2.21 Pie <sup>3</sup>
				40.55	=	

1 ; 2.34 ; 2.21 ; 26.06 lt/pie<sup>3</sup>



**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villalueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7, 9 Y 11 % DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01	7	32660.00	176.71	184.82	180.25
2	PROBETA N° 02	7	31928.00	176.24	181.16	
3	PROBETA N° 03	7	31944.00	176.71	180.77	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo I debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%  
 A los 14 días: 85%  
 A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



*Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda*  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



*Lener Hamilton Vásquez*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7, 9 Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01	14	35316.00	175.33	201.43	203.05
2	PROBETA N° 02	14	35743.00	175.53	203.63	
3	PROBETA N° 03	14	35972.00	176.24	204.11	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo 1 debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%  
 A los 14 días: 85%  
 A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7, 9 Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01	28	40587.00	176.71	229.68	231.55
2	PROBETA N° 02	28	41753.00	176.71	235.65	
3	PROBETA N° 03	28	40524.00	176.71	229.31	

**Observaciones:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo 1 debe ser de la siguiente manera:

- A los 07 días: 60%
- A los 14 días: 85%
- A los 28 días: 100%

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7, 9 Y 11 % DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 + 7% CBCA	7	33497.00	176.71	189.56	189.17
2	PROBETA N° 02 + 7% CBCA	7	33223.00	176.71	188.01	
3	PROBETA N° 03 + 7% CBCA	7	33474.00	176.24	189.93	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo I debe ser de la siguiente manera:

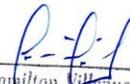
A los 07 días: 60%  
 A los 14 días: 85%  
 A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Vinanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7, 9 Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 + 7% CBCA	14	37111.00	175.77	211.13	201.74
2	PROBETA N° 02 + 7% CBCA	14	36741.00	176.71	207.92	
3	PROBETA N° 03 + 7% CBCA	14	37668.00	176.71	213.16	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo 1 debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%  
 A los 14 días: 85%  
 A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7, 9 Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 + 7% CBCA	28	42107.00	176.71	238.28	238.86
2	PROBETA N° 02 + 7% CBCA	28	42183.00	176.24	239.35	
3	PROBETA N° 03 + 7% CBCA	28	42111.00	176.24	238.94	

**Observaciones:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo 1 debe ser de la siguiente manera:

- A los 07 días: 60%
- A los 14 días: 85%
- A los 28 días: 100%

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



*Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda*  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



*Lener Hamilton Villalobos Vásquez*  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7, 9 Y 11 % DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 + 9% CBCA	7	31989.00	176.24	181.51	189.17
2	PROBETA N° 02 + 9% CBCA	7	31774.00	175.77	180.77	
3	PROBETA N° 03 + 9% CBCA	7	31872.00	176.24	189.093	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo I debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%  
 A los 14 días: 85%  
 A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7, 9 Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 + 9% CBCA	14	37111.00	175.77	211.13	201.74
2	PROBETA N° 02 + 9% CBCA	14	36741.00	176.71	207.92	
3	PROBETA N° 03 + 9% CBCA	14	37668.00	176.71	213.16	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo 1 debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%

A los 14 días: 85%

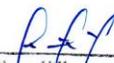
A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f^c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7, 9 Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 + 9% CBCA	28	42107.00	176.71	238.28	238.86
2	PROBETA N° 02 + 9% CBCA	28	42183.00	176.24	239.35	
3	PROBETA N° 03 + 9% CBCA	28	42111.00	176.24	238.94	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo 1 debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%

A los 14 días: 85%

A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7, 9 Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 +11% CBCA	7	31989.00	176.24	181.51	181.04
2	PROBETA N° 02 +11% CBCA	7	31774.00	175.77	180.77	
3	PROBETA N° 03 +11% CBCA	7	31872.00	176.24	176.24	

**Observaciones:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo 1 debe ser de la siguiente manera:

- A los 07 días: 60%
- A los 14 días: 85%
- A los 28 días: 100%

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



*Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda*  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



*Lener Hamilton Villanueva Vásquez*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7, 9 Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 +11% CBCA	7	31989.00	176.24	181.51	181.04
2	PROBETA N° 02 +11% CBCA	7	31774.00	175.77	180.77	
3	PROBETA N° 03 +11% CBCA	7	31872.00	176.24	176.24	

**Observaciones:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo 1 debe ser de la siguiente manera:

- A los 07 días: 60%
- A los 14 días: 85%
- A los 28 días: 100%

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



*Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda*  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



*Lener Hamilton Villanueva Vásquez*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7, 9 Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o identificación	Edad (Días)	Carga Máx. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 +11% CBCA	14	36257.00	176.71	205.18	205.60
2	PROBETA N° 02 +11% CBCA	14	35897.00	175.71	203.14	
3	PROBETA N° 03 +11% CBCA	14	36741.00	176.24	208.47	

**Observaciones:**

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo 1 debe ser de la siguiente manera:

- A los 07 días: 60%
- A los 14 días: 85%
- A los 28 días: 100%

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.



**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

*Mg. Erika Mayaly Mozo Castañeda*  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



*Lener Hamilton Villanueva Vásquez*  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, ASTM C39)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7, 9 Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO.

**TABLA: CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N° Prob.	Estructura o identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PROBETA N° 01 +11% CBCA	28	39979.00	176.24	226.84	226.15
2	PROBETA N° 02 +11% CBCA	28	39824.00	175.71	225.36	
3	PROBETA N° 03 +11% CBCA	28	39981.00	176.71	226.25	

### Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) con cemento Tipo 1 debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 60%  
 A los 14 días: 85%  
 A los 28 días: 100%

### Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



*Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda*  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



*Lener Hamilton Vilamayo Vásquez*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.084, ASTM C496)

- TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"
- TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH
- UNIDAD** : TESTIGO CILÍNDRICO DE CONCRETO – 7 DÍAS.

Tabla 1.1 Dimensionamiento de Probeta

PROBETA	LONGITUD (mm)	DIMENSION (mm)
P-01 P	300	150
P-02 P	300	150
P-03 P	300	150

Resultados obtenidos del ensayo:

PROBETA	Carga Max. (N)	Modulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
P-01 P	114522.06	1.6202	1.7040
P-02 P	125034.79	1.7689	
P-03 P	121798.59	1.7231	

$$\sigma_{ct} = \frac{2F}{\pi x l x d}$$

DONDE:

$\sigma$  = Resistencia a tracción indirecta [kg/cm<sup>2</sup>]

F = carga máxima [kg]

L = Longitud de la línea de contacto de la probeta [cm]

d = Dimensión de la sección transversal [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



*Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda*  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



*Lener Hamilton Villanueva Vásquez*  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.084, ASTM C496)

- TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"
- TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH
- UNIDAD** : TESTIGO CILÍNDRICO DE CONCRETO – 14 DÍAS.

Tabla 1.1 Dimensionamiento de Probeta

PROBETA	LONGITUD (mm)	DIMENSION (mm)
P-01 P	300	150
P-02 P	300	150
P-03 P	300	155

Resultados obtenidos del ensayo:

PROBETA	Carga Max. (N)	Modulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
P-01 P	143177.0900	2.0255	1.9632
P-02 P	139989.9288	1.9804	
P-03 P	137587.2995	1.8837	

$$\sigma_{ct} = \frac{2F}{\pi l x d}$$

DONDE:

$\sigma$  = Resistencia a tracción indirecta [kg/cm<sup>2</sup>]

F = carga máxima [kg]

L = Longitud de la línea de contacto de la probeta [cm]

d = Dimensión de la sección transversal [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.



CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1

Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO

fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.084, ASTM C496)

- TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"
- TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH
- UNIDAD** : TESTIGO CILÍNDRICO DE CONCRETO – 28 DÍAS.

Tabla 1.1 Dimensionamiento de Probeta

PROBETA	LONGITUD (mm)	DIMENSION (mm)
P-01 P	300	150
P-02 P	300	150
P-03 P	300	155

Resultados obtenidos del ensayo:

PROBETA	Carga Max. (N)	Modulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
P-01 P	88554.0495	1.2528	2.0902
P-02 P	174950.6360	2.4750	
P-03 P	185737.9510	2.5429	

$$\sigma_{cr} = \frac{2F}{\pi \times L \times d}$$

DONDE:

$\sigma$  = Resistencia a tracción indirecta [kg/cm<sup>2</sup>]

F = carga máxima [kg]

L = Longitud de la línea de contacto de la probeta [cm]

d = Dimensión de la sección transversal [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1

Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.084, ASTM C496)

- TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"
- TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH
- UNIDAD** : TESTIGO CILÍNDRICO DE CONCRETO – 7 DÍAS.

Tabla 1.1 Dimensionamiento de Probeta

PROBETA	LONGITUD (mm)	DIMENSION (mm)
PS-01 - 7% S	300	155
PS-02 - 7% S	300	150
PS-03 - 7% S	300	150

Resultados obtenidos del ensayo:

PROBETA	Carga Max. (N)	Modulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
PS-01 - 7% S	119483.9037	1.6358	1.6762
PS-02 - 7% S	120521.1175	1.7050	
PS-03 - 7% S	119311.2530	1.6879	

$$\sigma_{ct} = \frac{2F}{\pi L d}$$

DONDE:

$\sigma$  = Resistencia a tracción indirecta [kg/cm<sup>2</sup>]

F = carga máxima [kg]

L = Longitud de la línea de contacto de la probeta [cm]

d = Dimensión de la sección transversal [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.



**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.084, ASTM C496)

- TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"
- TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH
- UNIDAD** : TESTIGO CILÍNDRICO DE CONCRETO – 14 DÍAS.

Tabla 1.1 Dimensionamiento de Probeta

PROBETA	LONGITUD (mm)	DIMENSION (mm)
PS-01 - 7% S	300	150
PS-02 - 7% S	305	155
PS-03 - 7% S	300	150

Resultados obtenidos del ensayo:

PROBETA	Carga Max. (N)	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
PS-01 - 7% S	141463.8297	2.0013	1.9482
PS-02 - 7% S	142704.0124	1.9217	
PS-03 - 7% S	135824.5980	1.9215	

$$\sigma_{ct} = \frac{2F}{\pi x L x d}$$

DONDE:

$\sigma$  = Resistencia a tracción indirecta [kg/cm<sup>2</sup>]

F = carga máxima [kg]

L = Longitud de la línea de contacto de la probeta [cm]

d = Dimensión de la sección transversal [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villanueva Vásquez  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.084, ASTM C496)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILÍNDRICO DE CONCRETO – 28 DÍAS.

Tabla 1.1 Dimensionamiento de Probeta

PROBETA	LONGITUD (mm)	DIMENSION (mm)
PS-01 - 7% S	305	155
PS-02 - 7% S	300	150
PS-03 - 7% S	300	155

Resultados obtenidos del ensayo:

PROBETA	Carga Max. (N)	Modulo de Rotura	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
PS-01 - 7% S	153694.2219	2.0697	2.0729
PS-02 - 7% S	146560.5724	2.0734	
PS-03 - 7% S	151606.5930	2.0756	

$$\sigma_{ct} = \frac{2F}{\pi x L x d}$$

DONDE:

$\sigma$  = Resistencia a tracción indirecta [kg/cm<sup>2</sup>]

F = carga máxima [kg]

L = Longitud de la línea de contacto de la probeta [cm]

d = Dimensión de la sección transversal [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.084, ASTM C496)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILÍNDRICO DE CONCRETO – 7 DÍAS.

Tabla 1.1 Dimensionamiento de Probeta

PROBETA	LONGITUD (mm)	DIMENSION (mm)
PS-01 - 9% S	300	155
PS-02 - 9% S	300	150
PS-03 - 9% S	305	155

Resultados obtenidos del ensayo:

PROBETA	Carga Max. (N)	Modulo de Rotura	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
PS-01 - 9% S	126535.9217	1.7324	1.7281
PS-02 - 9% S	121732.2288	1.7222	
PS-03 - 9% S	128444.7080	1.7297	

$$\sigma_{ct} = \frac{2F}{\pi x L x d}$$

**DONDE:**

$\sigma$  = Resistencia a tracción indirecta [kg/cm<sup>2</sup>]

F = carga máxima [kg]

L = Longitud de la línea de contacto de la probeta [cm]

d = Dimensión de la sección transversal [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.084, ASTM C496)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILÍNDRICO DE CONCRETO – 14 DÍAS.

Tabla 1.1 Dimensionamiento de Probeta

PROBETA	LONGITUD (mm)	DIMENSION (mm)
PS-01 - 9% S	305	150
PS-02 - 9% S	300	150
PS-03 - 9% S	300	155

Resultados obtenidos del ensayo:

PROBETA	Carga Max. (N)	Modulo de Rotura	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
PS-01 - 9% S	143501.2300	1.9968	1.9880
PS-02 - 9% S	140225.2968	1.9838	
PS-03 - 9% S	144860.9745	1.9833	

$$\sigma_{ct} = \frac{2F}{\pi x L x d}$$

**DONDE:**

$\sigma$  = Resistencia a tracción indirecta [kg/cm<sup>2</sup>]

F = carga máxima [kg]

L = Longitud de la línea de contacto de la probeta [cm]

d = Dimensión de la sección transversal [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe

## ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.084, ASTM C496)

- TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"
- TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH
- UNIDAD** : TESTIGO CILÍNDRICO DE CONCRETO – 28 DÍAS.

Tabla 1.1 Dimensionamiento de Probeta

PROBETA	LONGITUD (mm)	DIMENSION (mm)
PS-01 - 9% S	305	150
PS-02 - 9% S	300	150
PS-03 - 9% S	300	155

Resultados obtenidos del ensayo:

PROBETA	Carga Max. (N)	Modulo de Rotura	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
PS-01 - 9% S	152686.2894	2.1247	2.1245
PS-02 - 9% S	150308.4593	2.1264	
PS-03 - 9% S	155024.9580	2.1224	

$$\sigma_{ct} = \frac{2F}{\pi \times L \times d}$$

DONDE:

$\sigma$  = Resistencia a tracción indirecta [kg/cm<sup>2</sup>]

F = carga máxima [kg]

L = Longitud de la línea de contacto de la probeta [cm]

d = Dimensión de la sección transversal [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.084, ASTM C496)

**TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"

**TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR

**ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : TESTIGO CILÍNDRICO DE CONCRETO – 7 DÍAS.

Tabla 1.1 Dimensionamiento de Probeta

PROBETA	LONGITUD (mm)	DIMENSION (mm)
PS-01 - 11% S	305	150
PS-02 - 11% S	300	150
PS-03 - 11% S	300	155

Resultados obtenidos del ensayo:

PROBETA	Carga Max. (N)	Modulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
PS-01 - 11% S	121158.3295	1.6859	1.6891
PS-02 - 11% S	119052.7310	1.6842	
PS-03 - 11% S	123956.0560	1.6970	

$$\sigma_{ct} = \frac{2F}{\pi \times l \times d}$$

DONDE:

$\sigma$  = Resistencia a tracción indirecta [kg/cm<sup>2</sup>]

F = carga máxima [kg]

l = Longitud de la línea de contacto de la probeta [cm]

d = Dimensión de la sección transversal [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



*Mg Erika Magaly Mozo Castañeda*  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



*Lener Hamilton Villanueva Vásquez*  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.084, ASTM C496)

- TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"
- TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH
- UNIDAD** : TESTIGO CILÍNDRICO DE CONCRETO – 14 DÍAS.

Tabla 1.1 Dimensionamiento de Probeta

PROBETA	LONGITUD (mm)	DIMENSION (mm)
PS-01 - 11% S	300	150
PS-02 - 11% S	300	150
PS-03 - 11% S	300	150

Resultados obtenidos del ensayo:

PROBETA	Carga Max. (N)	Modulo de Rotura	Módulo de Rotura Promedio (Mpa)
PS-01 - 11% S	137355.0265	1.9432	1.9404
PS-02 - 11% S	137057.8182	1.9390	
PS-03 - 11% S	137074.8654	1.9392	

$$\sigma_{ct} = \frac{2F}{\pi x L x d}$$

DONDE:

$\sigma$  = Resistencia a tracción indirecta [kg/cm<sup>2</sup>]

F = carga máxima [kg]

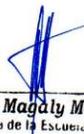
L = Longitud de la línea de contacto de la probeta [cm]

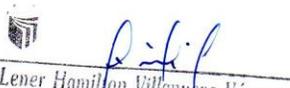
d = Dimensión de la sección transversal [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

  
**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



## ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DEL HORMIGÓN

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.084, ASTM C496)

- TESIS** : "RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL CONCRETO  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR – 2018"
- TESISTA** : QUEVEDO CASTILLO VICTOR
- ASUNTO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN
- LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH
- UNIDAD** : TESTIGO CILÍNDRICO DE CONCRETO – 28 DÍAS.

Tabla 1.1 Dimensionamiento de Probeta

PROBETA	LONGITUD (mm)	DIMENSION (mm)
PS-01 - 11% S	300	150
PS-02 - 11% S	305	155
PS-03 - 11% S	300	155

Resultados obtenidos del ensayo:

PROBETA	Carga Max. (N)	Modulo de Rotura	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
PS-01 - 11% S	146475.9230	2.0722	2.0606
PS-02 - 11% S	152352.6368	2.0516	
PS-03 - 11% S	150313.3860	2.0579	

$$\sigma_{ct} = \frac{2F}{\pi x l x d}$$

DONDE:

$\sigma$  = Resistencia a tracción indirecta [kg/cm<sup>2</sup>]

F = carga máxima [kg]

L = Longitud de la línea de contacto de la probeta [cm]

d = Dimensión de la sección transversal [cm]

**Nota:**

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante en el laboratorio.



**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



## LASACI

### INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE	: VICTOR QUEVEDO CASTILLO
PROYECTO	: "Resistencia a la compresión y tracción F'210 Kg/cm <sup>2</sup> , sustituyendo al cemento con 7%, 9%, 11%, Cenizas de Bagazo.2018"
MUESTRA	: Cenizas de Bagazo
FECHA DE INGRESO	: 29 DE AGOSTO DEL 2018
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

#### ANÁLISIS FÍSICOS QUÍMICOS

PARAMETROS	Unidades	MUESTRA
SiO <sub>2</sub>	%	48.6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	6.2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	5.7
CaO	%	1.7
MgO	%	0.32
K <sub>2</sub> O	%	1.9
Na <sub>2</sub> O	%	0.8
TiO <sub>2</sub>	%	0.02

#### ADT

curva 1	
gr	T° (°C)
2.0	150
1.8	150
1.6	180
1.4	180
1.2	200
1.0	200
0.8	250
0.6	250
0.4	300
0.2	300

TRUJILLO 11 DE SETIEMBRE 2018



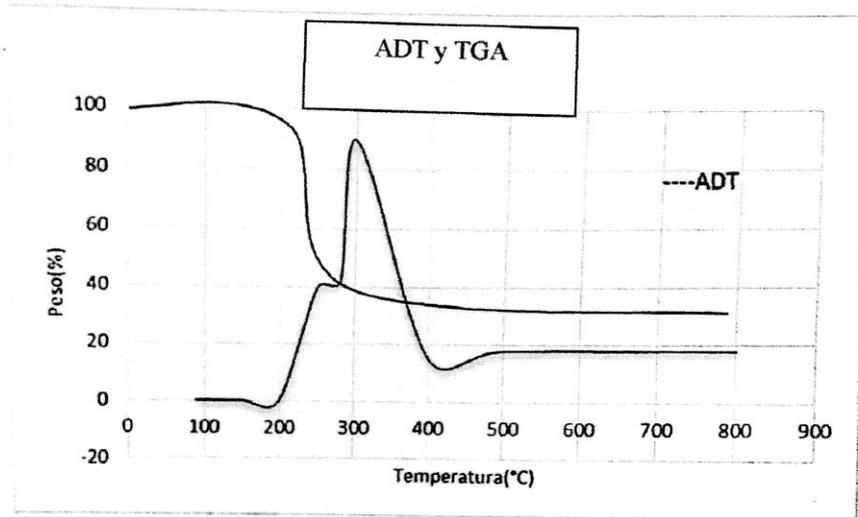
AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

949959632 / 949119298



c. CURVA TGA Y ATD



5. CONCLUSION

- Para la presente investigación del bagazo de caña de azúcar, El porcentaje de cenizas de acuerdo al análisis de emisión de quemado es de 0.2 %.
- El análisis termo gravimétrico de bagazo de caña de azúcar indica un pico de temperatura máxima de 300°C por un periodo de tiempo de 3hr. entre 150 y 300 °C

CARTA

**AGROINDUSTRIA SAN JACINTO S.A.**

Señor:

**GUILLERMO VILLANUEVA**



**PRESENTE:**

Yo, **Victor Gabriel Quevedo Castillo** identificando con DNI N°**43991268**, estudiante de la Universidad Privada Cesar Vallejos Chimbote, de la escuela de Ingeniería Civil con el código de alumno 5000077478, solicito a la empresa san Jacinto S.A. el obsequio o venta del bagazo de la caña de azúcar, la cantidad de 2 sacos, por motivos académicos del curso proyecto de investigación

Reciba un cordial saludo

*# Nota: si fuera posible 25 de Agosto*

Chimbote, agosto 24 de 2018

Atentamente

A handwritten signature written over a horizontal line.

# CUADRO DE RESISTENCIA A COMPRESION

TESTIGO		FECHA		EDAD	Resistencia a la compresion	Resistencia a la compresion promedio	Resistencia a la compresion promedio	Aumento Resistencia Promedio	x-xprom	(x-xprom) <sup>2</sup>	Sumatoria de x prom	Desviacion Estandar	Coefficiente de variacion
Nº	ELEMENTO	RELLENO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	%					
01	PATRÓN	10/09/2018	17/09/2018	7	189.28	190.23	90.13	90.59					
02	PATRÓN	10/09/2018	17/09/2018	7	191.04		90.97						
03	PATRÓN	10/09/2018	17/09/2018	7	190.38		90.66						
04	PATRÓN	08/09/2018	22/09/2018	14	199.41	207.74	94.96	98.93					
05	PATRÓN	08/09/2018	22/09/2018	14	214.10		101.95						
06	PATRÓN	08/09/2018	22/09/2018	14	209.72		99.87						
07	PATRÓN	04/09/2018	02/10/2018	28	243.72	230.96	116.06	109.98	12.76	162.82	488.431	15.627	6.77
08	PATRÓN	04/09/2018	02/10/2018	28	213.53		101.68		-17.43	303.80			
09	PATRÓN	04/09/2018	02/10/2018	28	235.63		112.20		4.67	21.81			

TESTIGO		FECHA		EDAD	Resistencia a la compresion	Resistencia a la compresion promedio	Resistencia a la compresion promedio	Aumento Resistencia Promedio	x-xprom	(x-xprom) <sup>2</sup>	Sumatoria de x prom	Desviacion Estandar	Coefficiente de Variacion
Nº	ELEMENTO	RELLENO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	%					
01	SUSTITUCION 7 %	09/10/2018	16/10/2018	7	184.82	182.25	88.01	86.79					
02	SUSTITUCION 7 %	09/10/2018	16/10/2018	7	181.16		86.27						
03	SUSTITUCION 7 %	09/10/2018	16/10/2018	7	180.77		86.08						
04	SUSTITUCION 7 %	12/10/2018	26/10/2018	14	201.43	203.06	95.92	96.69					
05	SUSTITUCION 7 %	12/10/2018	26/10/2018	14	203.63		96.97						
06	SUSTITUCION 7 %	12/10/2018	26/10/2018	14	204.11		97.20						
07	SUSTITUCION 7 %	10/10/2018	07/11/2018	28	229.68	231.55	109.37	110.26	-1.87	3.50	25.280	3.555	1.54
08	SUSTITUCION 7 %	10/10/2018	07/11/2018	28	235.65		112.21		4.10	16.81			
09	SUSTITUCION 7 %	10/10/2018	07/11/2018	28	229.32		109.20		-2.23	4.97			

TESTIGO		FECHA		EDAD	Resistencia a la compresion	Resistencia a la compresion promedio	Resistencia a la compresion promedio	Aumento Resistencia Promedio	x-xprom	x-xprom) <sup>2</sup>	Sumatoria de x prom	Desviacion Estandar	Coficiente de variacion
Nº	ELEMENTO	RELLENO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	%					
01	SUSTITUCION 9 %	16/10/2018	23/10/2018	7	189.56	189.17	90.27	90.08					
02	SUSTITUCION 9 %	16/10/2018	23/10/2018	7	188.01		89.53						
03	SUSTITUCION 9 %	16/10/2018	23/10/2018	7	189.93		90.44						
04	SUSTITUCION 9 %	17/10/2018	31/10/2018	14	211.13	210.74	100.54	100.35	0.39	0.15	13.961	2.642	1.25
05	SUSTITUCION 9 %	17/10/2018	31/10/2018	14	207.92		99.01		-2.82	7.93			
06	SUSTITUCION 9 %	17/10/2018	31/10/2018	14	213.16		101.50		2.42	5.87			
07	SUSTITUCION 9 %	13/10/2018	10/11/2018	28	238.28	238.82	113.47	113.73	-0.54	0.30	0.491	0.495	0.21
08	SUSTITUCION 9 %	13/10/2018	10/11/2018	28	239.25		113.93		0.43	0.18			
09	SUSTITUCION 9 %	13/10/2018	10/11/2018	28	238.94		113.78		0.12	0.01			

TESTIGO		FECHA		EDAD	Resistencia a la compresion	Resistencia a la compresion promedio	Resistencia a la compresion promedio	Aumento Resistencia Promedio	x-xprom	x-xprom) <sup>2</sup>	Sumatoria de x prom	Desviacion Estandar	Coficiente de variacion
Nº	ELEMENTO	RELLENO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	%					
01	SUSTITUCION 11 %	10/10/2018	17/10/2018	7	181.51	181.04	86.43	86.21					
02	SUSTITUCION 11 %	10/10/2018	17/10/2018	7	180.77		86.08						
03	SUSTITUCION 11 %	10/10/2018	17/10/2018	7	180.84		86.11						
04	SUSTITUCION 11 %	10/10/2018	24/10/2018	14	205.18	205.60	97.70	97.90					
05	SUSTITUCION 11 %	10/10/2018	24/10/2018	14	203.14		96.73						
06	SUSTITUCION 11 %	10/10/2018	24/10/2018	14	208.47		99.27						
07	SUSTITUCION 11 %	13/10/2018	10/11/2018	28	226.84	226.15	108.02	107.69	0.69	0.48	1.110	0.745	0.33
08	SUSTITUCION 11 %	13/10/2018	10/11/2018	28	225.36		107.31		-0.79	0.62			
09	SUSTITUCION 11 %	13/10/2018	10/11/2018	28	226.25		107.74		0.10	0.01			

# CUADRO DE RESISTENCIA A TRACCION

TESTIGO		FECHA		EDAD	Modulo de Rotura	Modulo de Rotura promedio	Resistencia a la Traccion Promedio	Aumento Resistencia Promedio
Nº	ELEMENTO	RELLENO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	%
01	PATRÓN	12/09/2018	19/09/2018	7	16.521	17.376	7.87	8.27
02	PATRÓN	12/08/2018	19/08/2018	7	18.037		8.59	
03	PATRÓN	12/09/2018	19/09/2018	7	17.570		8.37	
04	PATRÓN	07/09/2018	21/09/2018	14	20.654	20.019	9.84	9.53
05	PATRÓN	07/09/2018	21/09/2018	14	20.194		9.62	
06	PATRÓN	07/09/2018	21/09/2018	14	19.208		9.15	
07	PATRÓN	05/09/2018	03/10/2018	28	12.775	21.314	6.08	10.15
08	PATRÓN	05/09/2018	03/10/2018	28	25.238		12.02	
09	PATRÓN	05/09/2018	03/10/2018	28	25.930		12.35	

TESTIGO		FECHA		EDAD	Modulo de Rotura	Modulo de Rotura promedio	Resistencia a la Traccion Promedio	Aumento Resistencia Promedio
Nº	ELEMENTO	RELLENO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	%
01	SUSTITUCION 7 %	14/10/2018	21/10/2018	7	16.680	17.093	7.94	8.14
02	SUSTITUCION 7 %	14/10/2018	21/10/2018	7	17.386		8.28	
03	SUSTITUCION 7 %	14/10/2018	21/10/2018	7	17.212		8.20	
04	SUSTITUCION 7 %	14/10/2018	28/10/2018	14	20.407	19.865	9.72	9.46
05	SUSTITUCION 7 %	14/10/2018	28/10/2018	14	19.596		9.33	
06	SUSTITUCION 7 %	14/10/2018	28/10/2018	14	19.594		9.33	
07	SUSTITUCION 7 %	11/10/2018	08/11/2018	28	21.105	21.137	10.05	10.07
08	SUSTITUCION 7 %	11/10/2018	08/11/2018	28	21.142		10.07	
09	SUSTITUCION 7 %	11/10/2018	08/11/2018	28	21.165		10.08	

TESTIGO		FECHA		EDAD	Modulo de Rotura	Modulo de Rotura promedio	Resistencia a la Traccion Promedio	Resistencia a la compresi on promedio
Nº	ELEMENTO	RELLENO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	%
01	SUSTITUCION 9 %	17/10/2018	24/10/2018	7	17.665	17.621	8.41	8.39
02	SUSTITUCION 9 %	17/10/2018	24/10/2018	7	17.561		8.36	
03	SUSTITUCION 9 %	17/10/2018	24/10/2018	7	17.638		8.40	
04	SUSTITUCION 9 %	18/10/2018	01/11/2018	14	20.361	20.271	9.70	9.65
05	SUSTITUCION 9 %	18/10/2018	01/11/2018	14	20.229		9.63	
06	SUSTITUCION 9 %	18/10/2018	01/11/2018	14	20.224		9.63	
07	SUSTITUCION 9 %	14/10/2018	11/11/2018	28	21.666	21.664	10.32	10.32
08	SUSTITUCION 9 %	14/10/2018	11/11/2018	28	21.683		10.33	
09	SUSTITUCION 9 %	14/10/2018	11/11/2018	28	21.642		10.31	

TESTIGO		FECHA		EDAD	Modulo de Rotura	Modulo de Rotura promedio	Resistencia a la Traccion Promedio	Aumento Resistencia Promedio
Nº	ELEMENTO	RELLENO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	%
01	SUSTITUCION 11 %	22/10/2018	29/10/2018	7	17.191	17.223	8.19	8.20
02	SUSTITUCION 11 %	22/10/2018	29/10/2018	7	17.174		8.18	
03	SUSTITUCION 11 %	22/10/2018	29/10/2018	7	17.304		8.24	
04	SUSTITUCION 11 %	19/10/2018	02/11/2018	14	19.815	19.787	9.44	9.42
05	SUSTITUCION 11 %	19/10/2018	02/11/2018	14	19.772		9.42	
06	SUSTITUCION 11 %	19/10/2018	02/11/2018	14	19.774		9.42	
07	SUSTITUCION 11 %	15/10/2018	12/11/2018	28	21.130	21.012	10.06	10.01
08	SUSTITUCION 11 %	15/10/2018	12/11/2018	28	20.920		9.96	
09	SUSTITUCION 11 %	15/10/2018	12/11/2018	28	20.984		9.99	

## INFORME FOTOGRÁFICO



Foto N°1 El material de los agregados grueso y fino, cantidad de 3 carretillas y se procedió a rellenar en sacos para luego trasladarlo a laboratorio de suelos



Foto N°2 El ensayo de contenido de humedad llevando las taras al horno durante 24 horas



Foto N03 Análisis granulométrico de los agregados fino y grueso



Foto N04 : El peso específico de la ceniza de bagazo de caña de azúcar



Foto N05 Se realizó el asentamiento del diseño de mezcla



Foto N06 Visita a la empresa San Jacinto para obtener el material



Foto N07 Se pre calcinar el bagazo para luego la calcinación



Foto N08 Se tamizo por la malla n° 200 para el peso específico



Foto N09 Foto se procedió hacer chucear la mezcla con 25 golpes



Foto N10 : El curado del espécimen



Foto N11 Foto se procedió a la ruptura del concreto patrón de 28 días



Foto N10: Resistencia a la compresión Ruptura del concreto patrón  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días



Foto N11 Resistencia a la tracción a la ruptura del concreto patrón de 28 días



Foto N10: Resistencia a la compresión Ruptura del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días modificado 9% cbac



Foto N10: Resistencia a la compresión Ruptura del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días modificado 11% cbac



Foto : Ruptura del concreto tracción con sustitución 9 % a los 28 días



Foto : Ruptura del concreto compresión con sustitución 7 % a los 28 días

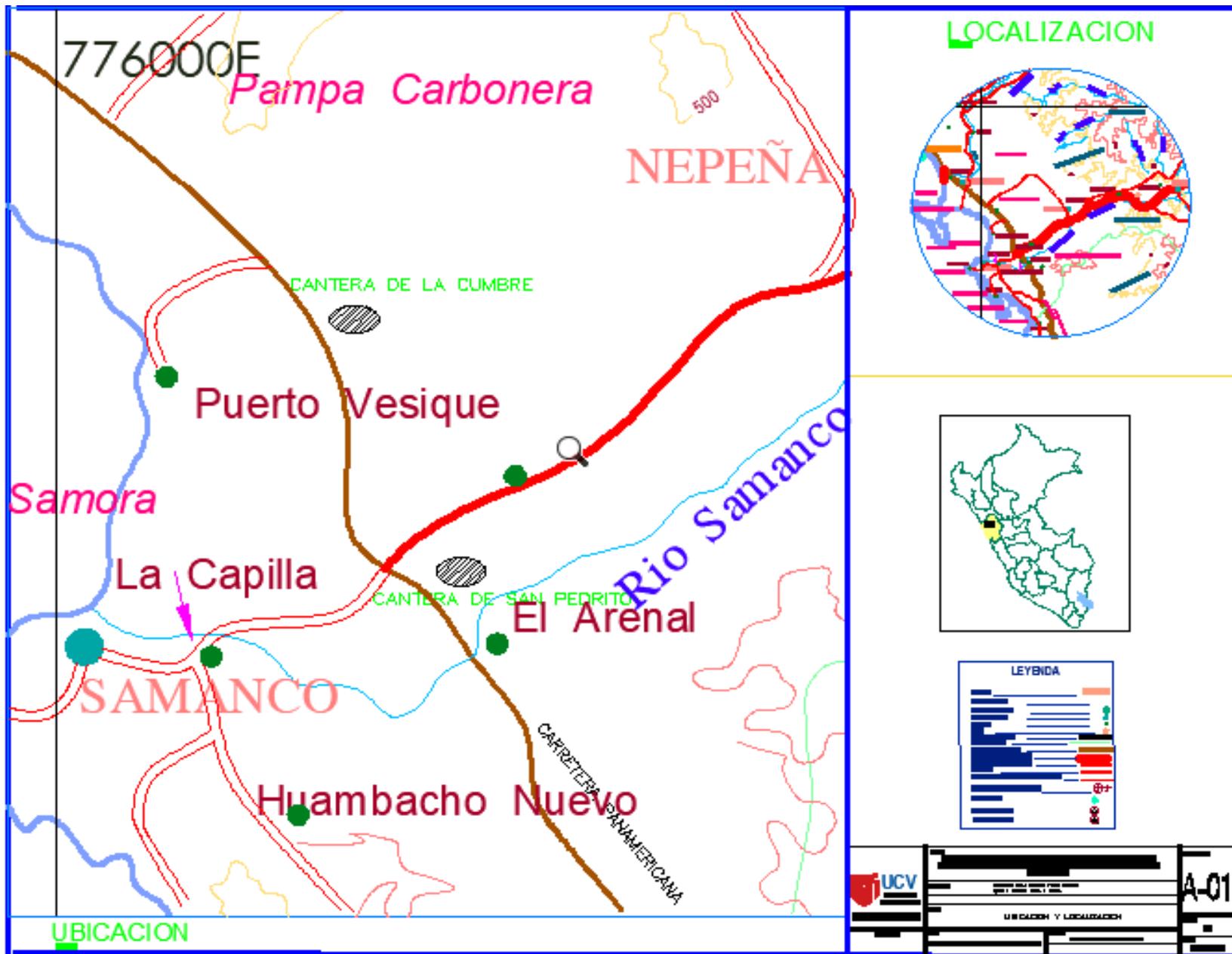


Foto : Ruptura del concreto tracción con sustitución 9 % a los 28 días



Foto : Ruptura del concreto a la tracción con sustitución 7 % a los 14 días

# PLANO



## ANEXO : ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, Dr. Rigoberto Cerna Chávez docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor (a) de la tesis titulada "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y TRACCIÓN DEL CONCRETO  $F'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ , SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO CAÑA DE AZÚCAR – 2018", del (de la) estudiante QUEVEDO CASTILLO VICTOR GABRIEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 30% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 14 de Agosto del 2019



Mgtr. Gonzalo Hugo Díaz García  
DNI: 40539624

Revisó	Vicerrectorado de Investigación /DEVAC/ Responsable del SGC	Aprobó	Rectorado
--------	---	--------	-----------

Nota: Cualquier documento impreso diferente del original, y cualquier archivo electrónico que se encuentre fuera del campus virtual será considerado como COPIA NO CONTROLADA.

Feedback Studio - Google Chrome  
 ev.turnitin.com/app/carta/es/?o=1145917693&student\_user=1&u=1074237918&lang=es&is=

Computer time: 00:24:36

feedback studio Victor Gabriel QUEVEDO CASTILLO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y TRACCIÓN DEL CONCRETO F' C=210KG/CM², SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7.



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y TRACCIÓN DEL  
 CONCRETO F' C=210KG/CM², SUSTITUYENDO AL CEMENTO  
 CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO CAÑA DE  
 AZÚCAR – 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
 INGENIERO CIVIL**

**Resumen de coincidencias** ✕

30 %

1	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	14 %
2	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	4 %
3	repositorio.unc.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	1 %
4	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	1 %
5	Francisco Soria Santa... <small>Publicación</small>	1 %
6	tesis.ucsm.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	1 %
7	repositorio.uncp.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	1 %

Página: 1 de 83    Número de palabras: 12811    Text-only Report | High Resolution    Activado

Windows taskbar: Turnitin - Google..., Feedback Studio..., Descargas, W...TESIS QUEVEDO C..., Nuevo document...    ES    09:24 p.m. 20/08/2019

ANEXO: FORMULARIO DE AUTORIZACION PARA LA PUBLICACION ELECTRONICA DE LA TESIS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)  
Guevedo Castillo, Víctor Gabriel  
D.N.I. : 43991268  
Domicilio : Pericallano 471  
Teléfono : Fijo : Móvil 955742971  
E-mail : victord@hojmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:  
 Tesis de Pregrado  
Facultad : INGENIERIA  
Escuela : INGENIERIA CIVIL  
Carrera : INGENIERIA CIVIL  
Título : INGENIERO CIVIL  
 Tesis de Post Grado  
 Maestría  Doctorado  
Grado :  
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:  
Guevedo Castillo, Víctor Gabriel  
Título de la tesis:  
RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TRACCION DEL  
CAH.CRE.TE. 210.KSLC.M. SUSTITUCION Y ENDA. AL COMADRO 29,9% Y 11%  
DE CENIZA DE BOSAZO DE CAÑA DE AZUCAR-2018  
Año de publicación : 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,  
Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.   
No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

Fecha : 11/12/2018



ANEXO: AUTORIZACION DE VERSION FINAL DE TRABAJO DE INVESTIGACION



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E. P. Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

QUEVEDO CASTILLO, VICTOR GABRIEL

INFORME TÍTULADO:

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y TRACCIÓN DEL CONCRETO  $F'_{C}=210\text{KG}/\text{CM}^2$ , SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% y 11%, DE CENIZA DE BAGAZO CAÑA DE AZÚCAR – 2018.”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: martes, 11 de diciembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: DOCE (12)



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN  
DE E. P. INGENIERÍA CIVIL