



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210$
kg/cm² empleando la ceniza de bagazo de caña de azúcar

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Mendoza Romero, Heysser Antonio (ORCID: 0000-0003-4119-5580)

Aching Rodríguez, Jean Franko (ORCID: 0000-0002-3962-0923)

ASESOR:

Mg. Segura Terrones, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-9320-0540)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Gracias a nuestros padres que nos dieron la vida; brindándonos un desarrollo constante de enseñanza y habilidades, con valores de responsabilidad y perseverancia.

Y así mismo agradecer a nuestros familiares que nos rodean día a día y nos apoyan para lograr alcanzar nuestras metas.

Agradecimiento

A Dios en primer lugar por encaminarnos a llegar a este momento y concedernos las fortalezas indispensables para superar cada día. Al Mg. Ing. Luis Alberto Segura Torres quien nos brindó su apoyo, su exigencia, su motivación para la preparación de la tesis, por compartir sus experiencias y amplios conocimientos, seguimiento y control continuo.

Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Índice.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	25
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	26
2.2 Operacionalización de variables.....	26
2.3 Población, muestra y muestreo.....	28
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	28
2.5 Método de análisis de datos.....	29
2.6 Aspecto éticos.....	29
III. RESULTADOS.....	30
IV. DISCUSIÓN.....	79
V. CONCLUSIONES.....	81
VI. RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS.....	85
ANEXOS.....	88

Resumen

La construcción es un sector activo en el que se observa un continuo avance y mejora de sus materiales y seguridad. En la actualidad es necesario implementar y desarrollar materia de construcción que contribuya al medio ambiente y sea de bajo costo, que cumplan con sus funciones las cuales fueron diseñadas. El residuo de la fábrica azucarera es el bagazo de caña de azúcar, el cual cuenta con propiedades puzolánicas que pueden reemplazar en cierta medida al cemento, así como también las propiedades mecánicas del concreto.

Para la presente investigación se tiene como objetivo obtener resultados óptimos reemplazando parcialmente la ceniza en 4%, 8% y 12% en relación al cemento para la elaboración del concreto. Por otro lado, se analizará el comportamiento a la compresión del concreto con ceniza; asimismo se determinará las características mecánicas de los agregados finos y gruesos, con el fin de realizar el diseño de mezcla empleando el método del ACI.

Se efectuaron testigos de concreto en diferentes edades de 7, 14 y 28 días para evaluar los resultados mediante cuadros y gráficos, los que se encuentran en la investigación.

Palabras claves: Diseño de mezcla, ceniza de bagazo de caña de azúcar, resistencia a la compresión, propiedades puzolánicas, concreto.

Abstract

Construction is an active sector in which a continuous advance and improvement of its materials is observed in order to improve its results and safety. Currently, it is necessary to implement and develop construction materials that contribute to the environment and are low-cost, that fulfill their designed functions. The residue from the sugar factory is sugarcane bagasse, which has pozzolanic properties that can replace cement to some extent, as well as the mechanical properties of concrete.

The objective of this research is to obtain optimal results and understand how the addition of sugarcane bagasse ash replaces 4%, 8% and 12% in relation to cement in concrete. In this research, the compressive behavior of concrete is analyzed by partially using sugarcane bagasse ash in Sol type I cement. Likewise, the mechanical characteristics of fine and coarse aggregates are determined, in order to carry out the design of concrete mixing using the ACI method.

Concrete cores were made at different ages of 7, 14 and 28 days to evaluate the results using tables and graphs, which are found in the investigation.

Keywords: Compressive strength, pozzolanic properties, concrete, sugarcane bagasse ash, mechanical characteristics.

I. INTRODUCCIÓN

El concreto es el material primordial que se aplica en el sector de la construcción. Según Bustamante (2017) tiene la característica de ser heterogéneo y poroso, de modo que agentes agresivos sean propensos a ingresar y así propiciar el deterioro químico y físico teniendo como consecuencia la durabilidad afectada. En el reforzamiento estructural de una edificación se solicitan por el motivo de aumento de cargas de servicio, poca durabilidad por malos materiales empleados en la fase de la construcción, mal diseño, variación de deterioro de la edificación entre otros motivos.

Por otro lado, es importante como futuros ingenieros civiles conocer las diferentes metodologías y materiales que nos puede beneficiar para el reforzamiento estructural que su principal objetivo es neutralizar las falencias estructurales de la edificación. El reforzamiento más utilizado es empleando el acero y el concreto o últimamente se viene empleando materiales compuestos por fibras de carbono, de vidrio o fibras de polipropileno que son industrializadas.

Aunque en la actualidad es necesario implementar y desarrollar reciente materia de construcción que contribuya al medio ambiente y sea de bajo costo, que cumplan con sus funciones las cuales fueron diseñadas.

La ceniza de bagazo, es un residuo de fábrica azucarera la cual cuenta con propiedades puzolánicas que pueden reemplazar en cierta medida al cemento y con esto las propiedades mecánicas del concreto pueden ser modificadas.

Debido al proceso de la investigación se pretende aportar al reciclaje y reutilización, analizando el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto aplicando la ceniza de bagazo de caña entre un concreto convencional y otro añadiendo dicha ceniza con cierto porcentaje con enlace al volumen del cemento, ya que dicho reciclaje tiene propiedades físicas y químicas con un capacidad de sílice el cual ayudara al concreto aumentar su resistencia, con fin de experimentar su cambio en la durabilidad y así prolongar su tiempo de vida.

Jiménez (2016), nos explica cómo influye la resistencia a la compresión de un concreto con $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando CBCA en distintos porcentajes variando desde 8% hasta 12%. Se utilizó la normativa peruana para los agregados, para desarrollar el diseño de mezclas del concreto en base al método americano. Asimismo, se desarrolló la cremación controlada al bagazo de la caña, modificada a ceniza y por consiguiente se utilizó para la fabricación de concreto en probetas, a través de ensayos en sus diferentes edades, dando como resultado un $f'c = 245.18 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días adicionando un 8% de ceniza, a este porcentaje de ceniza se ve reflejado un aumento de $f'c$ del 16.84% en relación a la probeta patrón; con un 10% de ceniza a los 28 días se obtuvo un $f'c = 245.31 \text{ Kg/cm}^2$, a este porcentaje agregado se retribuye un aumento del $f'c$ de 17.00% en relación a la muestra patrón y con el aumento de 12% de ceniza a los 28 días se obtuvo un $f'c$ de 244.31 Kg/cm^2 , a este resultado a comparación de la muestra patrón se retribuye un aumento de $f'c$ del 14.53%. Se concluye que la evaluación del estado de endurecimiento del concreto empleando la CBCA, se detallan un aumento en la resistencia del concreto.

Chávez (2017), explica que el empleo de las cenizas en la agricultura y en la actualidad en la construcción, será beneficiosa. Este estudio se enfocó en definir cómo influye el agregar ceniza de bagazo al concreto $f'c = 260 \text{ Kg/cm}^2$ y descubrir la una dosificación adecuada. Se ejecutaron distintos diseños de mezcla agregando ceniza en un porcentaje entre 1% y 6% por volumen de agregado fino y un patrón. Se concluye que la utilización de la ceniza contribuye eficientemente en la resistencia del concreto, debido que incrementa un 22.68% y un 3.67% del volumen absoluto de agregado fino es una dosificación apta, siendo esta óptimo.

Rodríguez (2014), nos explica que el 30% de emisión de CO_2 es responsabilidad de la industria de la construcción, sustituir el cemento portland por materiales reciclados es una manera de acortar el efecto de esta actividad. En esta investigación se prepararon muestras reemplazando en porcentajes desde 5 hasta 30% de cemento en relación a su peso, con CBA. Para poder certificar que las propiedades mecánicas de las muestras cumplan con la verificación de las pruebas a la compresión, flexión y tensión; para evaluar la unión del mortero sobre un estrato de hormigón. La obtención de estos resultados nos indicó que, al añadir ceniza, mejoro la resistencia del concreto, disminuye la porosidad en edades tardías de curado y la adherencia del mortero de hormigón.

Alvarado, Andrade y Hernández (2006), Llevaron a cabo un estudio en donde se demostró como el CBC influye en la resistencia a la compresión, al reemplazarlo parcialmente al

cemento. Esta investigación tiene la característica de ser experimental orientado al campo del empleo de nuevos materiales. Se utilizará 10 muestras cilíndricas por cada porcentaje de cenizas, según el ACI 318, 5.6.2.4.

La repartición de las probetas cilíndricas consistirá de 3 probetas para la edad de 7 días, 3 probetas para la edad de 14 días y 4 probetas para la edad de 28 días.

Finalmente se contará con un total de 125 probetas. La unidad de evaluación en este estudio será las distintas pruebas que se llevaran a cabo a la ceniza añadida en el concreto.

Espinoza, M. (2015) El concreto de alta resistencia otorgan una disminución de la carga de la estructura y paralelamente mejora su durabilidad. En estos tiempos se utiliza fibras de varias configuraciones elaboradas de acero, vidrio, plástica. El objetivo de esta investigación es definir el comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña, en adicionales de 2.50%, 5.00% y 8.00% de fibras en relación al peso del agregado grueso.

Asimismo, se realizaron pruebas para precisar su resistencia a la tracción, compresión y retracción. Una vez echas todas estas pruebas se llegó a la conclusión que mientras más se aumentaba el porcentaje de inclusión de fibras, el comportamiento mecánico decrecía. El rango aceptable obtenido fue de 1.50 % con respecto al volumen par la prueba de tracción por flexión, el rango de 2.50% de fibra no es el adecuado ya que la resistencia a compresión decrece hasta un 50% a comparación de la muestra patrón. Por otro lado, los porcentajes de 5.00% y 8.00% las resistencias obtenidas no son las adecuadas para emplearlo en los elementos estructurales.

Díaz, P. (2016) La resistencia y durabilidad del concreto ha sido objeto de análisis durante años, utilizando la tecnología se lograron conseguir diseños ideales para reforzar el concreto con fibras, pero la aplicación comercial de estas se encuentra condicionado puesto que incrementan el costo inicial.

El objetivo es determinar cuál es el contenido óptimo para la fabricación del concreto con fibras sintéticas y fibras naturales de origen animal, como es las plumas de aves, por tal motivo se realizó una evaluación comparativa entre dichas fibras que fueron ensayados según el ASTM.

Se efectuaron ensayos al concreto tanto en su forma inicial como en la final; y en ambas se cumplió con lo establecido en la normativa peruana para estos diseños de mezcla, llegando a la conclusión que las fibras de origen animal si pueden reemplazar a las fibras sintéticas

debido a que cuentan con muchas similitudes, el costo es mucho menor y al ser natural contribuye con el medio ambiente.

Patazca, P. & Tafur, J. (2013) Menciona que en la actualidad en el Perú se está dando a conocer el empleo de fibras en el concreto, lo cual se está promoviendo el uso y cumplimiento con su procedimiento de su aplicación. El objetivo fue relacionar la resistencia a compresión y flexión, dando como conclusión que el uso de fibras en el concreto aumenta considerablemente la tendencia; para este caso la fibra de acero con una dosis $3=45\text{kg/cm}^2$ es la que demostró mejores resultados.

Ceniza del bagazo de la caña de azúcar

La caña de azúcar es una planta tropical que está constituida con tallos fibrosos y gruesos, alcanzan hasta los 3 metros de altura y cuentan con una gran cantidad de sacarosa. (Sener/bid/gtz, 2006).

Según Ríos (2011) nos explica que es un producto de alta importancia para el desarrollo del comercio tanto en América como en Europa debido a que el azúcar es consumible en todo el mundo por consiguiente este genera un desperdicio en grandes cantidades.

La cultivación de la caña de azúcar se encuentra, en la mayoría de países de América Latina, siendo Brasil, Colombia y México los principales productores. En el siguiente cuadro se aprecia los rendimientos de producción en cada país:

Tabla 1.

Rendimiento de caña de azúcar en América Latina.

País	Ton/ha
Perú	126.05
Guatemala	103.68
Colombia	94.33
México	74.39
Ecuador	72.89
Brasil	70.63
Argentina	63.63
Venezuela	62.65
R. Dominicana	47.47
Cuba	43.97

Fuente: FAO Statistics. Promedios 2014.

Bagazo de caña de azúcar

Según Antolín (2015) menciona: El bagazo de caña es un desperdicio de industrias agro azucareras en la cual se dispone de gran abundancia, tiene un uso energético y para otros de carácter socioeconómico. En la actualidad existen procesos para la extracción del bagazo, por lo tanto, si no seguimos con los lineamientos nos traería como consecuencia lo siguiente:

- Disminución de la eficiencia de desmodulada
- Dificultades para el mezclado en soluciones acuosa



Figura 1. Bagazo de caña de azúcar.

Estructuras

Según Hernández, (2016) El bagazo contiene residuos de tallos de caña de azúcar después de pasar por el procedimiento de extracción que representa el 28% del peso extraído, está constituido por cuatro fracciones: 45% de fibra, 2-3% de sólidos insolubles y solubles y un 50% de humedad, manteniendo el residuo de sacarosa de un 4% (base seca).

Tiene como características principales una elevada heterogeneidad morfológica y están constituidas por dos fracciones que se mencionara en lo siguiente:

- Una fibra de estructura cristalina: con un contenido químicamente estable y rigidez en la planta.
- El mello o parénquima: Contiene un alto grado de absorción.

Tabla 2.

Composición morfológica del bagazo.

Componentes	Proporción %
Fibras	50
Parénquima	30
Vasos	15
Epidermis	5

Fuente: Almazán et al. (2016). Bagazo de caña de azúcar, propiedades, constitución y potencial.

Composición química

El bagazo está compuesto alrededor de 43% de celulosa, 26% de hemicelulosas, 21% de lignina y 9% de otros elementos, a esto se agrega las cenizas. Los compuestos mencionados son la fracción carbohidratice del bagazo el cual se le menciona como holocelulosa.

Tabla 3.

Propiedades químicas del bagazo (1, 3, 15).

I	Integral	Fracción fibra	Médula
Celulosa	46.6	47	41.2
Petanosas	25.2	25.1	26
α celulosa	38.3	40.4	-
Lignina	20.7	19.5	21.7
Extractos A/B	2.7	2.3	2.9
Solubilidad en agua caliente	4.1	3.4	4.2
Solubilidad en agua fría	2.2	2.1	4
Solubilidad en sosa al 1%	34.9	32	36.1
Cenizas %	2.6	1.4	5.4

Fuente: Almazán et al. (2016). Bagazo de caña de azúcar, propiedades, constitución y potencial.

El resto de los compuestos del bagazo, presentan un bajo contenido de compuesto de solubles en solventes orgánicos, entre el 1 y 3%, así mismo contiene ceniza con un orden de 2 al 3% debido esto a presencia de sacarosa y polisacáridos.

Propiedades del bagazo de caña de azúcar

La densidad y humedad son propiedades elementales para la producción del concreto. La densidad del bagazo se debe tomar en cuenta para el diseño y construcción, en condición suelta, en la siguiente tabla se podrá apreciar las densidades del bagazo en diferentes condiciones:

Tabla 4.
Nivel de densidad del bagazo en diferentes condiciones.

Porcentaje de humedad	Estado de compactación (m)	Nivel de densidad en bulto (kg/cm³)
89-11	suelo suelto	65
55	suelo suelto	75
78	suelo suelto	88
78	suelo suelto (h= 0.20 m)	155
78	suelo suelto (h= 0.20 m)	255

Fuente: Sera, 1990.

En la tabla siguiente se describirá las propiedades mecánicas resaltantes.

Tabla 5.
Propiedades del bagazo de caña de azúcar.

Ítem	Característica
Especificaciones	Bagazo
Continuo/ disperso	Disperso
Orientación	Aleatoria
Matriz	Cemento
Longitud (mm)	26
Diámetro promedio (mm)	0.24
Gravedad específica (mm)	1.25
Absorción de humedad %	78.5
Contenido de humedad %	12.1
Resistencia última Mpa	196.4
Módulo de elasticidad Gpa	16.9
Resistencia a la adherencia	0.84

Fuente: Sera, 1990.

Puzolanas

Según Chipana, (2014) nos menciona:

Son materiales silíceos o aluminio-silíceos con lo que en la antigüedad se elaboró el cemento; y que hoy en nuestros tiempos el cemento puzolánico se considera un eco material.

Así mismo Juárez, (2012) explica:

Los primeros en iniciar empleando puzolanas en morteros con cal fueron los griegos 400 A.C, asimismo manifiesta que no solo utilizaron ladrillos, cerámica y tejas trituradas, sino también las superficies volcánicas con cal que daban origen a los morteros hidráulicos.

Por otro lado, sus características hidráulicas y su resistencia fueron que la resistencia al agua de mar le permitió construir cúpulas, bóvedas y estructuras marítimas, para ello las combinaciones de cal y puzolanas se utilizaron para la impermeabilización de tanques, acueductos y baños.

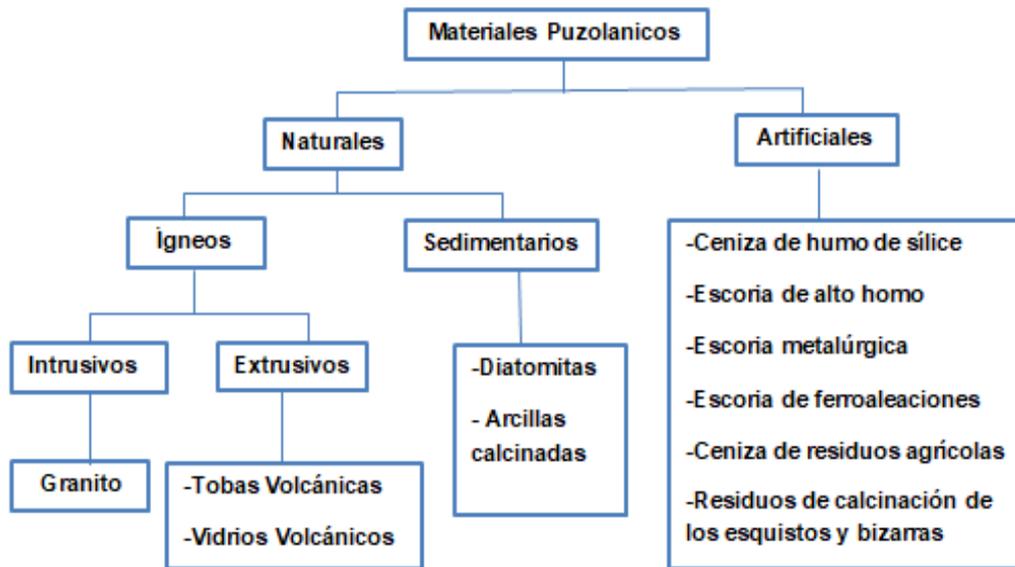


Figura 2. Clasificación de las puzolanas.

Tipos de puzolanas

Puzolanas naturales

Cuenta con dos orígenes principales y diferentes: Orgánicos y minerales.

El origen mineral es de genero a cambios del polvo y ceniza volcánicas que se transforman en tobas, piedra volcánica, este origen parcialmente son solidificadas y compactas, líticas, cristalinas, esto quiere decir que la puzolana natural de origen volcánico es determinante de su estructura (Salazar, 2015).

Puzolanas artificiales

Según Salazar (2015) define:

Son materiales óptimos en condición de tratamiento térmico adecuados, por ello se distingue en dos grupos compuestos:

1. Componente nativo silicatado

2. de naturaleza esquistosa y arcillosa; el cual consigue un carácter puzolánico por aplicación de métodos térmicos.
3. Componente por subproducto de procedimientos industriales que por ser virtuosa naturaleza y sus variaciones que sufren, esto adquiere sus características puzolánicas.

Propiedades de las puzolanas

Chipana (2014), menciona que las puzolanas son desechos derivados de agricultura como son la ceniza del bagazo y el arroz, sus características mejoran al ser quemados con un debido control de su resistencia del material y temperatura de combustión.

Para ello si la temperatura de quema mantiene el rango de 400 a 760° C, la sílice se forma en fases amorfas como mucha reactividad y si la temperatura es elevada se genera fases cristalinas de sílice deficientes en reactivas temperaturas ambientales (Chipana, 2014).

Reactividad Puzolánica

Según Sánchez (2001) define:

La reactividad puzolánica es la combinación del hidróxido cálcico y ocasionalmente con los constituyentes hidratados del cemento.

Uso de las puzolanas

Según Benítez, (2015) su criterio fue “El apoyo que nos puede brindar la producción de cementos pusilánimos es de corregir el cemento Portland, así mismo limitando la cal libre ya que pueden ser más resistentes a las aguas agresivas que la del plástico”.

Así mismo Juárez, (2012) está de acuerdo que nuestro planeta se encuentra en deterioro por la contaminación de la atmosfera, pero cabe recalcar que si nos proponemos en planear un proceso o productos que sustenten que las industrias cementeras y de producción de concreto de una mejora continua con la investigación puede utilizar complementos cementantes de los cuales puedan ser artificiales o naturales.

Tabla 6.

Importancia de las puzolanas en construcción.

9 razones de la importancia de las puzolanas en la construcción		
1	Reemplazan una buena porción del cemento portland del 20% al 40%	Gracias a esto disminuyen el precio de elaboración puesto que este complemento es mucho más barato que el Clinker y más económicos de moler.
2	Reduce el calor generado durante la hidratación:	Puesto esta es una reacción bastante exotérmica.
3	Evita el agrietamiento del concreto:	Esto se da por la acción expansiva de la cal hidratarse y compresiva al secarse.
4	Rebajan en cierto porcentaje los aluminatos que son inestables en medio sulfatos y absorben álcalis:	Estos componentes regularmente entran a reaccionar de manera perjudicial con los agregados del concreto.
5	Como aditivo son de vital importancia dentro de la industria del cemento	Entran en la eficacia de producto final, desarrollan la eficacia del proceso de elaboración y reducen el precio de producción.
6	El calor generado por la mezcla cemento/ puzolanas menores que el generado por el mismo peso de solo el cemento	Esto incide en la durabilidad del concreto dado que se reducen las tensiones formadas en la dilato contracción térmica.
7	Permite el diseño de mezclas de concreto más impermeables:	Para concretos cuyo período de deterioro por el lixiviado de la cal libre se reduce.
8	Algunas aportan resistencia al concreto contra el ataque de aguas de mar, sulfatadas, acidas o que contengan dióxido de carbono en solución:	Por tanto, disminuye la expansión resultante de la reacción de los agregados alcalinos.
9	No disminuye la resistencia de los concretos:	Si son adicionales en los porcentajes establecidos (20%-40%).

Fuente: Benítez et. al 2005.

Según Chipana, 2014 señala otros usos que presenta la puzolana

- Colador natural de líquidos por su excelente porosidad
- Hormigones de baja densidad
- Aislamiento térmico 0.21Kca/Hm2C
- Protector de restos arqueológicos de baja densidad

Actividad Puzolánica de la ceniza

Según Lorca, (2014) define:

Esta actividad tiene la capacidad que este material pueda fijar la cal a temperaturas ambientales y lleguen a tener compuestos de propiedades hidráulicas para que así esta pueda endurecer en presencia de agua.

Por otro lado, hay autores que mencionan que la actividad puzolánica está condicionada por la temperatura y su enfriamiento; esto quiere decir que si la el enfriamiento es rápido la actividad puzolánica aumenta y si esta disminuyera es porque el enfriamiento fue lento, el cual hace que se formen las fases cristalinas.

La constante reactividad de puzolanas naturales y artificiales, dependerá de su compuesto químico y mineralógico, manteniendo cantidades de fase amorfa o vítrea.

Ceniza de bagazo de caña de azúcar

Según Hernández (2011) describe:

Este subproducto es un desecho de la fabricación de azúcar, lo cual es utilizado en diferentes campos, y en estos tiempos en la construcción está siendo así un gran aprovechamiento.

El CBCA mantiene un gran porcentaje de sílice, el cual esto es aprovechado como material cementante para que este sea utilizado como cemento puzolánico.

Composición de la ceniza del bagazo.

- La ceniza tiene a varía, según al tipo de la caña, edad, suelo y cantidad de fertilizantes.
- La composición química de CBCA es una materia cementante puzolánica obteniendo un alto contenido en oxido de silicio. Sin embargo, durante el proceso el bagazo atraviesa cambios en su estructura, cuando se realiza su quema para obtener las propiedades óptimas de la ceniza.

Proceso de modificaciones en la quema de la ceniza

- A 100° C se presenta una perdida inicial de masa resultante por la evaporación de agua absorbida.
- A 350° C inicia la quema del bagazo.
- Entre los 400° a 500° C el carbón residual y los óxidos se forman y se observa una pérdida importante de la masa, luego de terminar esta etapa la ceniza se convierte en Sílice.

- Por encima de los 700° C se llega a transformación de cuarzos y temperaturas más elevadas podrían llegar a establecer otras formas cristalinas.

- Superior a los 800° C la sílice muestra la ceniza del bagazo de caña de azúcar y especialmente cristalino.

Estas modificaciones que presenta la quema de la ceniza no solo lo tomaremos como consideración la cantidad, la forma de sílice y la temperatura si no también el tiempo de quema.

Ceniza Volantes

Según Criado (2007) “menciona que los granos son de polvo que están compuestos de partículas esféricas, que se producen durante la combustión del carbón”.

Así mismo el ASTM C 618 manifiesta que se cuenta con dos tipos de cenizas volantes:

- **Clase C:** En este tipo se consideran propiedades cementicias y puzolánicas, y estas se obtienen de lignitos y carbones, para ello el mínimo contenido es de SiO₂ + Al₂O₃ + FeO₃ del 50% en peso y máximo de 20% lo cual puedan a llegar ser reemplazadas en hormigones.
- **Clase F:** En este tipo se obtienen la combustión de antracitas y carbones, para ello el mínimo contenido que goza es de SiO₂ + Al₂O₃ + FeO₃ del 70% en peso, presentando propiedades puzolánicas.

Tabla 7.

Especificación para las cenizas.

Componente	Clase C	Clase F
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + FeO ₃	> 50%	> 70%
CaO	> 10%	< 10%
SO ₃	< 5%	< 5%
Álcalis disponibles como NaO ₂	< 1.5%	< 1.5%
Perdida a la incineración (LOI)	< 6%	< 6%
Humedad	< 3%	< 3%

Fuente: Norma ASTM C618.

Resistencia a la compresión del concreto

Concreto con ceniza de bagazo

Diseño de mezcla, según Rivva (2015):

“Es la fase de elección de mezcla el cual mantiene componentes adecuados, convenientes y económicos, con el fin de obtener un producto que posea trabajabilidad y consistencia, finalmente que en el estado endurecido cumpla lo dispuesto por el diseñador” (p. 16).

Concreto

Según Abanto (2015) “El concreto es la combinación de cemento portland, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuada para obtener ciertas propiedades precisadas, específicamente para la resistencia” (p.11).

Abanto (2015) indico:

Los factores que hacen del concreto un material de construcción universal tenemos:

- a. Facilidad de colocación dentro de los encofrados de cualquier forma mientras aún tiene una consistencia plástica.
- b. La resistencia a la compresión para pruebas a la compresión, como columnas y vigas.
- c. Resistencia al fuego y a la penetración del agua (p.11).

Propiedades del concreto en estado no endurecido

Trabajabilidad

Abanto (2015) “Es la facilidad del concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y tener un acabado sin segregación; y exudación durante estas operaciones” (p. 47).

Consistencia

Rivva (2015) “La consistencia del concreto es la humedad de la mezcla por el grado de fluidez” (p. 40).

Tabla 8.
Consistencia / Asentamiento.

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	< 5"	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: Abanto F. (2015), Tecnología del concreto.

Propiedades del concreto en estado endurecido

Resistencia a la compresión

Según Ore (2014) “Es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin destrozarse” (p. 12).

Durabilidad

Según Ore (2014) “Es la capacidad, una vez endurecido, de mantener sus propiedades en el tiempo, aún en aquellas condiciones de exposición que normalmente podrían disminuir o hacerle perder su capacidad estructural” (p. 12).

Cemento

Según Norma Técnica Peruana NTP 334.008:

El cemento Portland es un cemento hidráulico mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda.

$$\text{Cemento Portland} = \text{Clinker Portland} + \text{Yeso}$$

El cemento Portland es un polvo fino verdoso. Al mezclarlo con agua se forma una masa (pasta) plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad (p.5).

Tabla 9.

Análisis químico del cemento.

Análisis químico del cemento	
CaO	63% (cal)
SiO ₂	20% (silice)
Al ₂ O ₃	6% (alúminia)
Fe ₂ O ₃	3% (óxido de fierro)
MgO	1.5% (óxido de magnesio)
K ₂ O + Na ₂ O	1% (álcalis)
Perdida por	2%
Residuo insoluble	0.50%
So ₃	2% (anhídrido sulfúrico)
CaO Residuo	1% (cal libre)
Suma	100%

Fuente: http://asocem.org.pe/bivi/ree/IC/ADI/propiedades_fisico_quimicas.

Tabla 10.

Características del cemento.

Características del cemento	
Químicas	Físicas
Módulo Fundente	Superficie Específica
Compuestos Secundarios	Tiempo de Fraguado
Pérdida por Calcinación	Falso Fraguado
Residuo Insoluble	Estabilidad de Volumen
	Resistencia Mecánica
	Contenido de Aire
	Color de Hidratación

Fuente: http://asocem.org.pe/bivi/ree/IC/ADI/propiedades_fisico_quimicas.

Tipos de Cemento

Según Torres (2004) menciona:

- Cemento Portland Tipo I: Es el cemento más empleado en las construcciones de concreto armado.
- Cemento Portland Tipo II: Es el cemento asignado a construcciones con alto contenido de humedad (sulfatos) o moderado calor de hidratación.
- Cemento Portland Tipo III: Es el cemento que llega a la resistencia final a los 3 días en comparación con los cementos Tipo I y II que llegan a los 28 días.
- Cemento Portland Tipo VI: Es el cemento que se desarrolla con bajo calor de hidratación.
- Cemento Portland Tipo V: Es el cemento que se emplea con altos contenidos de sulfatos especialmente en obras hidráulicas.

Tipo de cemento a utilizar en la investigación

El cemento que se empleará para esta investigación será Portland Tipo I, que es de uso general en el sector construcción.

Agua

El agua es de suma importancia en el concreto ya que cumple 2 funciones principales:

- Agua de mezclado: Proporción de agua por volumen unitario del mortero que es requerido por el cemento, la mayoría de agua potable puede ser utilizada para el mezclado puesto que ocupa entre un 10% a 25% por cada m³ fabricado.

- Agua de curado: Según Molina, K. (2006) indica que el curado está compuesto de condiciones para la hidratación de la mezcla y este logre alcanzar sus propiedades a un 100%.

Tabla 11.

Límites permisibles para el agua de mezcla y de curado.

Descripción	Límite Permisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	1500 ppm
pH	mayor de 7
Sólido en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: Rivva E. (2015), Diseño de mezcla.

Agregados

El agregado se le conoce como todo tipo de material que tiene resistencia propia y suficiente para no afectar o alterar tanto las propiedades y características del concreto lo cual aseguren una buena cohesión. Constituyen entre el 60% y 80% del volumen total del concreto. Según Vela y Yovera (2016) menciona: “Que deben cumplir con algunos parámetros como son; partículas durables, limpias, resistentes y libres de productos químicos absorbidos”.

Existen dos tipos de agregados:

- Agregado fino: Partículas mínimas de 4.75 mm y máximas de 75 mm.

Según Rivva (2015) explica:

Quedo todo agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites indicados en la NTP 400.037.

1. El ensayo de granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N° 4, 8, 16,30, 50, 100.
2. El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera.

Tabla 12.
Márgenes de granulometría.

Malla	% que pasa
3/8"	100
N° 4	95-100
N° 8	80-100
N° 16	50-85
N° 30	25-60
N° 50	10-30.
N° 100	2-10.

Fuente: Abanto F. (2015), Diseño de mezcla.



Figura 3. Agregado fino.

- Agregado grueso: Partículas mayores de 4.75 mm.

Según Rivva (2015) explica:

Que todo agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites especificados en la Norma NTP 400.037.



Figura 4. Agregado grueso.

Los testigos de concreto presentan distintos tipos de fallas que son las siguientes

La Norma Técnica Peruana 339.034 explica:

Muestra que la probeta de concreto debe estar a presión hasta alcanzar su límite y se observa que la carga disminuye constantemente, mientras que en 24 Figura 4. Tipos de fallas en probetas de concreto a compresión. Fuente: NTP 339.034 la probeta se reconoce un patrón de falla específico. Los tipos de falla se encuentran en la Figura 3 del estándar previamente mencionado.

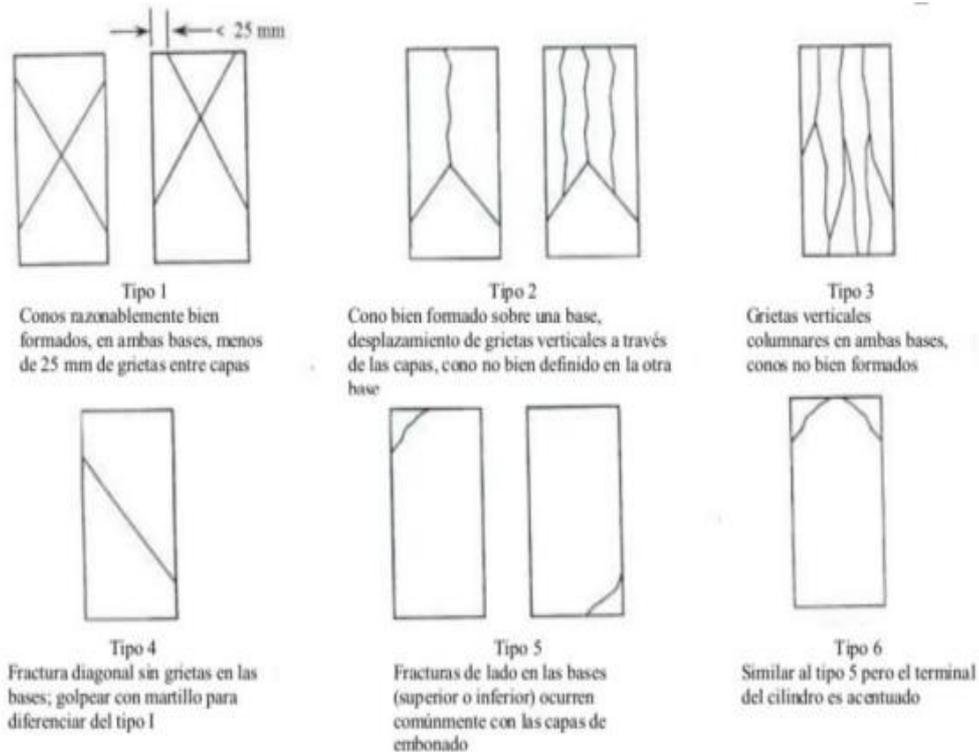


Figura 5. Muestras de fallas a la compresión.

Formulación del problema

Problema general

¿Cómo influye el empleo de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia del concreto?

Problemas específicos

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- ¿En qué medida influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el diseño de mezcla para lograr la resistencia a compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?
- ¿De qué manera favorece la ceniza en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?
- ¿Cómo influye las propiedades mecánicas empleando la ceniza de bagazo de caña de azúcar para la resistencia a compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?

Justificación del estudio

Actualmente en el Perú, la ceniza no es utilizada como reemplazo parcial del cemento para la elaboración del concreto en las construcciones, es por ello que sus propiedades son desconocidas. Los resultados que se encontraran con la investigación a realizar con la ceniza ayudaran a reforzar la resistencia del concreto, puede ser alternativa para las infraestructuras que generará bajos costos de manera accesible, puesto que la población necesita construcciones que sea de forma durables, resistentes y económicas.

García, A; Onofre, E; Lois, J; Torres, A; Domínguez, M. (2015), menciona que el concreto-acero de refuerzos, se consideran estructuras resistentes y durables, que a su vez se encuentran a deterioros con el transcurso del tiempo. El bagazo de la caña tiene como fin aprovechar propiedades higroscópicas mediante su mecanismo de absorción y capilaridad. Los resultados indican que durante la mezcla para concreto hidráulico, genera una resistencia mecánica de 30.2 MPa, lo que identifica que en concreto fabricado tiene mecánicas adecuadas y presenta mayor resistencia a la corrosión.

Justificación teórica

La actual investigación que se realizará tendrá como fin conocer la influencia de la ceniza en las propiedades mecánicas del concreto, principalmente en la resistencia, dentro de las probetas con adiciones de ceniza entre 4 y 12% en relación al volumen total en el cemento. Además, como resultado será de utilidad para infraestructuras de construcción quienes

podrán poseer una importancia ecológica así mismo brindando un costo bajo en sus presupuestos.

Rodríguez (2015), menciona que las construcciones son responsables del 30% de las emisiones de CO₂, es por ello se tiene que disminuir los impactos de las actividades en construcción, para ello podemos sustituir el cemento portland por materiales reciclados, sustituyendo la ceniza en porcentajes que varían entre los 5 y 30% con respecto al peso del cemento.

Justificación metodológica

Tomaremos un método experimental, donde realizaremos un concreto convencional y el otro donde emplearemos la ceniza en la mezcla de concreto (agua, arena, piedra chancada, 88% de cemento y 12% de ceniza como máximo), lo cual tendremos como resultado la resistencia del concreto.

Espinoza, M. (2015), las composiciones que busca alternar el concreto se está demostrando por diferentes razones, en estos periodos están utilizando fibras de diferentes formas y tamaños ya sean materiales artificiales y materiales naturales.

El objetivo fundamental de una investigación es de llegar a demostrar que todo lo que es empleado sea eficiente para la investigación y sea aprovechado en la actualidad.

Justificación tecnológica

Principalmente en el Perú el uso de la ceniza dentro del concreto se está dando a conocer y por este motivo es una nueva tecnología de aplicación, para las empresas en el grupo aditivo junto al concreto premezclado se está generando la idea para promover su uso aplicado dentro del campo de construcciones industriales, minería sobre todo respetando de manera exacta las aplicaciones de su uso.

Tian, H. y Zhang, Y. (2016), se dirige al concreto de compuestos avanzados, sin embargo, los países de sector socioeconómicos (C, D) hacen grandes esfuerzos en el crecimiento de tecnologías que permitan aprovechar sus recursos naturales y emplear sus propios materiales de construcción. El emplear un porcentaje de ceniza al cemento permitirá que sus resultados en la resistencia del concreto representaran una alternativa de desarrollo para el Perú y cuidado ecológico.

Justificación económica

El beneficio económico mediante la ceniza, genera un proceso accesible empleado en nuevos proyectos de ingeniería, logrando minimizar costos del presupuesto e incrementando las rentabilidades. Además, tiene un acceso de durabilidad en una edad prolongada con la moderación ambiental de manera más consistente.

Vela, L. y Yovera, R. (2016), menciona que la concreta forma como parte principal en construcción generando gran importancia de cualquier país, así mismo en las construcciones de viviendas, edificaciones, aportando de manera inminente un desarrollo productivo y económico.

Hipótesis

Hipótesis general

El empleo de ceniza de bagazo de caña de azúcar permitirá mejorar la resistencia a la compresión del concreto.

Hipótesis específicas

- El diseño de mezcla con distintos porcentajes de 4%, 8% y 12% de ceniza aumentara la resistencia a compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- El empleo de ceniza de bagazo de caña de azúcar aumentara la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- La aplicación de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas aumentara la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Objetivos

Objetivo general

Analizar el comportamiento en la resistencia a la compresión del concreto empleando la ceniza de bagazo de caña de azúcar.

Objetivos específicos

- Explicar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el diseño de mezcla para lograr la resistencia a la compresión de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Explicar de qué manera favorece la ceniza en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

- Explicar cómo influye las propiedades mecánicas empleando la ceniza de bagazo de caña de azúcar para la resistencia a compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de la investigación

Hernández, R., Fernández, C y Baptista, M. (2010). Manifiestan que las investigaciones experimentales dependen de la dificultad a resolver y del contexto que rodeara al estudio, el cual tendrán alcances iniciales y finales, tanto en lo correlacional que nos permitirá llevar la información a formar estudios explicativos que nos generan un sentido entendido por ello se cuantifican relaciones entre variables.

2.2 Operacionalización de variables

Variables

- Variable Independiente: Ceniza de bagazo de caña de azúcar.

Definición conceptual: La ceniza es la incineración de este subproducto y cuya disgregación en el ambiente contamina el aire y afecta la salud humana (Giraldo, et al, 2012).

- Variable Dependiente: Resistencia a la compresión

Definición conceptual: Es sobreponer una carga axial de compresión a un cilindro, a una velocidad de carga constante, hasta que esté presente una falla (Vanegas J. 2008).

Operacionalización de las variables

- Se indica la forma en que se va a medir las variables, se define las variables conceptualmente y operacionalmente, las dimensiones, indicadores, instrumento y la escala de medición como se muestra a continuación.

Tabla 13.

Matriz de operacionalización de las variables de la investigación.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de medición
VI: Variable Independiente Ceniza de bagazo de caña de azúcar.	Ceniza de bagazo de caña de azúcar es la combustión de este subproducto y cuya dispersión en el ambiente contamina el aire y afecta la salud humana. (Giraldo, et al, 2012)	Se diseñará una mezcla de concreto de $f_c= 210$ kg/cm ² incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar añadiendo el 4%, 8% y 12% del volumen del cemento.	Diseño de mezcla	210 kg/cm ²	Método ACI - 211	m ³
			Ceniza	4%, 8% y 12%	NTP 334.104	Kg
			Propiedades mecánicas del concreto	Resistencia a la compresión	NTP 334.034	Kg/cm ²
VD: Variable Dependiente Resistencia a la compresión del concreto.	Consiste en aplicar una carga axial de compresión a un cilindro, a velocidad de carga constante, hasta que esté presente una falla. (Vanegas J. 2008)	Se evaluó la resistencia a la compresión del concreto de $f_c= 210$ kg/cm ² incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar en porcentajes 4%, 8% y 12%, respecto al volumen del cemento siguiendo las normas NTP y ASTM, se trabajaron con probetas de 6"x12" y se utilizó cemento portland tipo I.	Rotura de probetas cilíndricas	7 días 14 días 28 días	NTP 334.034	Kg/cm ²
			Prueba de resistencia a la compresión	$f_c= F/A$	NTP 334.051	m ³
				f_c : resistencia a la compresión	NTP 334.051	kg/cm ²
				F: Carga máxima aplicada	NTP 334.051	kg
				A: Área	NTP 334.051	cm ²

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Población, muestra y muestreo

Población

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, L. (2014). “Es un grupo de sucesos que con cuerda con determinadas especificaciones” (p. 174).

En la investigación actual, la población estará constituida por 24 probetas de concreto.

Muestra

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, L. (2014). Define como el subgrupo a la información que se obtiene y este es determinado con precisión, para que sea ilustrativo de aquella población.

En el trabajo actual las muestras serán las probetas de concreto con un total de 24 y tendrán distintos porcentajes de ceniza, el cual será un reemplazo parcial al cemento que será puesto a ensayos de resistencia en edades de 7, 14 y 28 días.

Muestreo

En la investigación se aplicó el muestreo no probabilístico del tipo intencional.

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

Técnicas de recolección de datos

Arias F. (2006), nos comenta “que el método de recopilación de datos es de distintas formas o maneras de obtener información.” (p. 25)

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, L. (2014), “la observación directa, es la acción que recogen datos directamente de los objetos percibidos mediante registros” (p. 252).

Para conseguir esta información se tendrán que realizar pruebas sobre la ceniza a modo de obtener características particulares del concreto al que será sometido a prueba de compresión y la disposición de la instalación de investigación donde se realizaran las pruebas.

Instrumentos de recolección de datos

Según Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, L. (2014). “La recolección de datos conlleva realizar un fin para determinar métodos que oriente a reunir datos” (p.198).

- Se empleará el método ACI de comité 211.1, 1985 para el diseño de mezcla.
- Se utilizarán los estudios y ensayos empleando la norma técnica peruana (NTP).
- Se efectuarán distintas pruebas de resistencia a la compresión de cada probeta cilíndrica en tres edades de los concretos diferentes (7, 14 y 28 días).

Validez

Según La Torre (2007), “la validez es el grado que refleja con exactitud el rasgo o dimensión que se desea medir” (p. 74).

2.5 Método de análisis de datos

El estudio de datos actuales se conduce a través de procesador u organizador. El programa a utilizarse será Microsoft Excel (Hoja de cálculo) donde se mostrará los resultados mediante gráficos, cuadros, tablas, etc.

2.6 Aspectos éticos

Como investigadores nos involucraremos a la veracidad de los resultados y datos obtenidos de los efectos posteriores con la identificación de los participantes del estudio.

III. RESULTADOS

Presentación de resultados

Para este estudio se realizaron ensayos de los materiales que utilizaremos para el concreto con el fin de lograr una resistencia óptima. Luego se realizará el diseño de mezcla para el concreto, empleando la ceniza en 4%, 8% y 12% como reemplazo porcentual del cemento, para lograr llegar a obtener la resistencia deseada (210 kg/cm²).

El diseño de mezcla se desarrolló con diferentes porcentajes de ceniza como reemplazo del cemento Sol tipo I, así mismo de lograr un slump de 3" a 4" y obtener la mayor resistencia del concreto a los 28 días de edad, se inició a distribuir el concreto empleando la ceniza en un 4%, 8% y 12% en remplazo del cemento.

Se determinará al concreto endurecido y observar en que favorece el emplear la ceniza de bagazo, ante ello se realizará ensayos de resistencia sin ceniza de bagazo y con ceniza de bagazo, una vez obtenida la uniformidad de la mezcla deseada, procederemos a realizar testigos de concreto para analizar el comportamiento de la ceniza de bagazo sobre el concreto endurecido.

Caracterización física de los agregados

Se desarrollará ensayos para obtener las propiedades de los agregados usando aproximadamente 50 kilos de agregado fino (arena gruesa) y 40 kilos de agregado grueso (piedra chancada), basándonos a las normas técnicas peruanas (NTP).

Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino, (NTP 400.012)

Se desarrollaron ensayos granulométricos para el agregado fino y grueso, llegándose a utilizar los tamices que establece la Norma Técnica Peruana, con el fin que los agregados sean aptos para la elaboración del concreto.

Granulometría del Agregado fino

Objetivo

- Especificar las partículas del agregado fino.
- Definir el Módulo de fineza.

Equipos

- Balanza
- Tela para cuartear
- Cucharones
- Tamices (3/8, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200).
- Bandejas
- Tamizador
- Horno que mantiene la temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Procedimiento

- La muestra extraída de la cantera de Cieneguilla es de 1.5 Kg.
- La muestra elegida, se procederá a cuartear, hasta llegará a obtener 800 g aproximadamente.
- La muestra se colocará en la tamizadora por 2 min y luego se procederá a pesar el material retenido por cada malla y su fondo.
- Finalmente, obtenido los datos determinaremos la curva granulométrica por los porcentajes que pasan en las mallas.

Cálculos

El Módulo de fineza se realizará con la siguiente fórmula:

$$\text{Dónde } MF = \frac{\% \text{ RETENIDO ACUMULADO } (N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

MF= Módulo de fineza $2.3 \leq MF \leq 3.1$

Resultados

Tabla 14.

Análisis granulométrico del agregado fino.

Análisis Granulométrico por Tamizado (Agregado Fino)						
Cantera:	Cantera Cieneguilla					
Ensayo elaborado por:	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching Rodríguez					
Norma:	NTP 400.012					
Masa del agregado fino:	777.38 g					
Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulada	% Pasa	Límite % que pasa ASTM C33
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
N° 4	4.75	14.00	1.78	1.78	98.22	95 - 100
N° 8	2.36	100.42	12.79	14.57	85.43	80 - 100
N° 16	1.18	141.91	18.08	32.65	67.35	50 - 85
N° 30	0.60	146.99	18.72	51.37	48.63	25 - 60
N° 50	0.30	203.51	25.92	77.29	22.71	10 - 30.
N° 100	0.15	123.55	15.74	93.03	6.97	2 - 10.
FONDO	0	54.68	6.97	100.00	0.00	
TOTAL		785.06	100.00			

Módulo de Fineza (MF)= 2.71

Fuente: Elaboración propia.

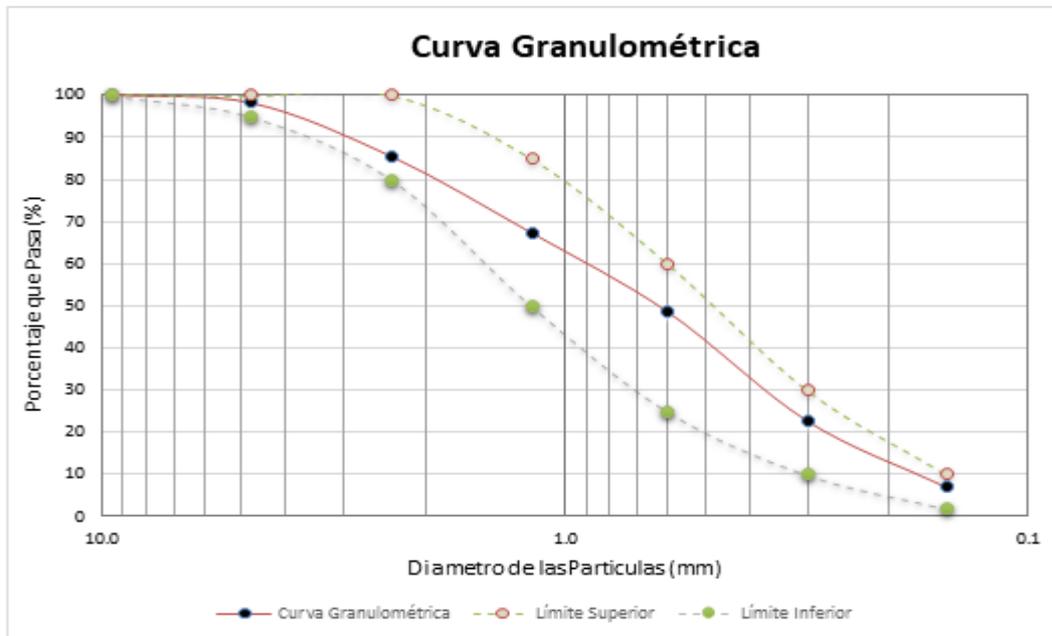


Figura 6. Curva granulométrica del agregado fino.

Interpretación: Se realizaron los ensayos del agregado fino, extraída de la cantera Cieneguilla, el cual se verifica que las curvas se encuentran dentro del límite que nos establece la norma, ante ello se presenta el módulo de fineza igual a 2.71 apto para la elaboración de la mezcla del concreto, ya que se encuentra en el límite de arenas finas.

Contenido de humedad del agregado fino (NTP 339.185)

Objetivo

- Obtener el porcentaje % de humedad del agregado.

Equipos

- Balanza de 0.1 gr.
- Bandeja.
- Horno de $110\text{ C}^{\circ} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Procedimiento

- Seleccionar 800 gr.
- Pesar la muestra húmeda.
- Se colocará en el horno a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas.
- Se retirará la muestra del horno y se dejará que enfrié por unos minutos.

- Finalmente se procede a pesar la muestra seca y tomar nota del peso.

Cálculos

Se obtendrá el contenido de humedad aplicando la siguiente fórmula:

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

Dónde:

A: Peso de la muestra húmeda

B: Peso de la muestra seca.

C: Contenido de humedad (%)

Resultados

Tabla 15.

Contenido de humedad del agregado fino.

Contenido de Humedad del Agregado Fino					
Cantera:	Cieneguilla				
Realizado Por:	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching				
Fecha:	18/10/2018				
Norma:	NTP 339.185				
Masa del Agregado Fino:	800g				
Descripción	Símbolo	Cantidad			Unidad
		1	2	3	
Peso de la muestra en estado ambiental	A	236.10	333.00	223.70	g
Peso del muestra seca al horno	B	231.50	326.00	219.40	g
Contenido de agua (g)	A - B	4.60	7.00	4.30	g
Contenido de humedad	$H = \frac{A-B}{B} \times 100$	2.0	2.1	2.0	%
Promedio			2.0 %		

Fuente: Elaboración Propia.

Pesos Unitarios del agregado fino (Norma técnica peruana 400.017)

Con este ensayo obtendremos el peso unitario suelto y compactado del agregado.

Peso unitario suelto del agregado fino.

Objetivo

- Obtener el peso unitario suelto del agregado fino.

- Obtener el cálculo de vacíos en el agregado fino.

Equipos

- Balanza al 0.1 %.
- Regla de 30 cm.
- Badilejos.
- Barra de acero de 16mm de diámetro y 600mm de largo.
- Envase cilíndrico de 1/10 pie³.

Procedimiento

- Se procede a tomar una parte del agregado y se dejara caer dentro del envase, de una altura de 5mm, hasta que este se llenara, posteriormente se enrasa utilizando la regla de 30cm.
- Se obtendrá el peso neto del agregado en el envase, finalmente se obtiene el peso unitario multiplicando el peso neto por un factor (f) de su respectiva calibración del envase calculado.

Cálculos

Se obtendrá el peso unitario suelto utilizando la siguiente fórmula:

Dónde:

F: calibración del envase.

Ws: Peso de la muestra suelta. $f = 1000/w_a$

Wa: Peso del agua. $PUS = f \times W_s$

PUS: Peso unitario suelto.

Resultados

Tabla 16.
Peso Unitario suelto del agregado fino.

Peso unitario suelto del Agregado Fino					
Cantera:	Cieneguilla				
Ensayado elaborado por:	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching				
Fecha:	18/10/2018				
Norma:	NTP 400.017				
Masa del agregado fino:	1800g				
Descripción	Símbolo	Cantidad			Unidad
		1	2	3	
Peso de la muestra suelta + recipiente		6150	6139	6160	g
Peso del recipiente		1824	1824	1824	g
Peso de la muestra suelta	Ws	4326	4315	4336	g
Volumen del recipiente (1/3 pie ³)		2812.6	2812.6	2812.6	m ³
Peso unitario suelto	PUS	1538	1534	1542	kg/m ³
Promedio		1538		kg/m³	

Fuente: Elaboración propia.

Peso unitario compactado del agregado fino.

Objetivo

- Obtener el peso unitario suelto del agregado fino.
- Obtener el cálculo de vacíos en el agregado fino.

Equipos

- Balanza al 0.1%
- Regla de 30 cm
- Badilejos.
- Barra de acero de 16 mm de diámetro y 600 mm de largo.
- Envase cilíndrico de 1/10 pie³.

Procedimiento

- Se llenará el envase en 3 capaz iguales, por cada capa se compactará con la barra realizando 25 golpes distribuidos uniformes sobre la superficie, luego de haber realizar este procedimiento de las capaz el material sobrante se eliminará con la barra y regla.

- Se obtendrá el peso neto del agregado en el envase, finalmente se obtiene el peso unitario multiplicando el peso neto por un factor (f) de su respectiva calibración del envase calculado.

Cálculos

Se obtendrá el peso unitario compactado utilizando la siguiente fórmula:

$$f = 1000/wa$$

$$PUS = f \times Ws$$

Dónde:

F: calibración del envase.

Ws: Peso de la muestra suelta.

Wa: Peso del agua.

PUC: Peso unitario compactado.

Resultados

Tabla 17.
Peso Unitario compactado del agregado fino.

Peso unitario compactado del Agregado Fino					
Cantera:	Cieneguilla				
Ensayado elaborado por:	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching				
Fecha:	18/10/2018				
Norma:	NTP 400.017				
Masa del agregado fino:	1800g				
Descripción	Símbolo	Cantidad			Unidad
		1	2	3	
Peso de la muestra compactado + recipiente		6648	6637	6654	kg
Peso del recipiente		1824	1824	1824	kg
Peso de la muestra compactada	Ws	4824	4813	4830	kg
Volumen del recipiente (1/3 pie 3)		2812.6	2812.6	2812.6	m3
Peso unitario compactado	PUS	1715	1711	1717	kg/m3
Promedio		1715	kg/m3		

Fuente: Elaboración propia.

Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino (Norma técnica peruana 400.022)

Se realizaron ensayos para obtener el peso específico saturado y seco, el cual nos permitirá utilizar el cálculo y su corrección para el diseño de mezcla.

Equipos

- Balanza al 0.1 gramos y con su capacidad de 1 kg a más.
- Envase volumétrico (Fiola) de 500 cm³, calibrado hasta 0.10 cm³ a 20 °C.
- Envase cónico de metal, en el lado superior de 40 mm de diámetro y en el baño inferior de 90mm y su altura de 75 mm.
- Barra metálica de 340g + 15g de peso de su extremo superior plano circular de 25mm + 3mm de diámetro.
- Termómetro con una aproximación de 0.5 °C.

Preparación de la muestra

- Se dispondrá aproximadamente 1000g del cuarteo del agregado.
- Se secará la muestra a 100 °C +5 °C por una hora separada la muestra para que horno no difiera en más de 0.1%.
- Se cubrirá la muestra con agua hasta la superficie y lo dejaremos en reposo.
- Se procede a extender en una superficie plana en una corriente suave y tibia para al removerla pueda garantizar un secado uniforme y los granos estén marcados entre sí.
- Se colocará el agregado fino suelto en el envase cónico, y se golpeará la superficie delicadamente 25 veces con la barra metálica y se levantará el molde, si este aún tiene presencia de humedad el agregado mantendrá su forma al quitar el molde, para ello se debe aún seguir secando para que pueda llegar al secado total y esto se refleje cuando retiramos el molde, el agregado se derrumbe, ante ello nos indicará que el agregado a llegado a al secado óptimo de la superficie.

Procedimiento

- Se colocará en el envase volumétrico la muestra de 500g del agregado preparado, se llenará con agua hasta llegar a los 500 cm³ con una temperatura de 23°C + 2°C. Posteriormente se hará rodar el envase sobre una superficie plana esto nos servirá para eliminar las burbujas de aire, finalmente se colocará a una temperatura constante de 23°C+2°C.

- Finalmente, después de haber transcurrido una hora aproximadamente se procederá a llenar agua hasta llegar a los 500cm³ y se obtendrá el peso total del agua en el envase, con una aproximación de 0.1g. se retira el agregado del envase y se secará constantemente a una temperatura de 100°C a 110°C, asimismo se enfriará con el propio ambiente durante ½ hora a 1 ½ hora y al final se obtendrá su peso.

Cálculos

Se obtendrá el peso específico nominal y aparente, esto estará determinado mediante la siguiente formula:

$$Pe = \frac{A}{V - W}$$

$$Pa = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)} \times 100$$

$$P_{sss} = \frac{500}{(V - W)} \times 100$$

$$B = \frac{500 - A}{A} \times 100$$

Dónde:

Pe: Peso específico de la masa.

Pa: Peso específico aparente.

P_{sss}: Peso específico de la masa saturada con superficie seca.

B: Porcentaje de absorción.

A: Peso de la muestra seca.

V: Volumen de la fiola.

W: Peso del agua.

Resultados

Tabla 18.

Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.

Peso específico y porcentaje de absorción del Agregado Fino				
Cantera:	Cieneguilla			
Ensayado elaborado por:	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching			
Fecha:	18/10/2018			
Norma:	NTP 400.022			
Masa del agregado fino:	1000g			
Descripción	Cantidad		Promedio	Unidad
	1	2		
Peso del mat. Sat. Superf. Seco (en el aire)	500	500		g
Peso Fiola Calibrad con agua	691.7	691.7		g
Peso Fiola con agua + peso del mat. S.s.s	1191.7	1191.7		g
Peso de mat + peso fiola + agua	1004.6	1004.6		g
Vol. De masa + volu. De vacios	187.1	187.35		g
Peso mat. Seco en el horno (105°C)	493.52	494.3		cc
Vol. De masa	180.62	181.65		g
Peso específico bulk (base seca)	2.64	2.64	2.64	g/cc
Peso específico bulk (base saturada)	2.67	2.67	2.67	g/cc
Peso específico aparente (base seca)	2.73	2.72	2.73	g/cc
% de absorción	1.3	1.2	1.2	%

Fuente: Elaboración Propia.

Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso, (Norma técnica peruana 400.012)

Granulometría del Agregado grueso

Objetivo

- Determinar las partículas del agregado grueso.
- Tamaño Máximo (TM)
- Tamaño Nominal Máximo (TNM)

Equipos

- Balanza al 0.1%.
- Tela para cuartear.
- Cucharones o badilejos.
- Tamices (2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4).
- Bandejas
- Tamizador.
- Horno que mantiene la temperatura de 110 °C ± 5 °C.

Preparación de la muestra

El peso de la muestra de corresponder al tamaño máximo de partículas, según lo establece la tabla:

Tabla 19.
Preparación del agregado.

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)

Fuente: NTP 400.012.

Procedimiento

- La muestra extraída de la cantera de Cieneguilla es de 4 Kg.
- La muestra elegida, se procederá a cuartear, hasta llegará a obtener 800 g aproximadamente.
- La muestra se colocará en la tamizadora por 2 min y luego se procederá a pesar el material retenido por cada malla y su fondo.
- Finalmente, obtenido los datos determinaremos la curva granulométrica por los porcentajes que pasan en las mallas.

Cálculos

- El TAMAÑO MÁXIMO, según la NTP 400.037, explica que el TM pertenece tamiz menor por el que pasa la muestra del agregado.
- El TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL, según la NTP 400.037, explica que 1 TMN pertenece al menor tamiz de la serie empleada que produce el primer retenido.

Resultados

Tabla 20.
Análisis granulométrico del agregado grueso.

Análisis Granulométrico por Tamizado (Agregado grueso)						
Cantera:	Jicamarca					
Ensayo elaborado por:	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching Rodriguez					
Norma:	NTP 400.012					
Masa del agregado fino:	777.38 g					
Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulada	% Pasa	Límite % que pasa ASTM C33
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100
1"	25.00	77.00	1.80	1.80	98.20	80 - 100
3/4"	19.00	1853.00	43.40	45.20	54.80	50 - 85
1/2"	12.50	1058.00	24.80	70.00	30.00	25 - 60
Módulo de Fineza (MF) =		7.30	18.00	88.00	12.00	10 - 30.
Nº 4	4.75	359.00	8.40	96.40	3.60	2 - 10.
FONDO	0	156.00	3.60	100.00	0.00	
TOTAL		4273.00	100.00			

Fuente: Elaboración Propia.

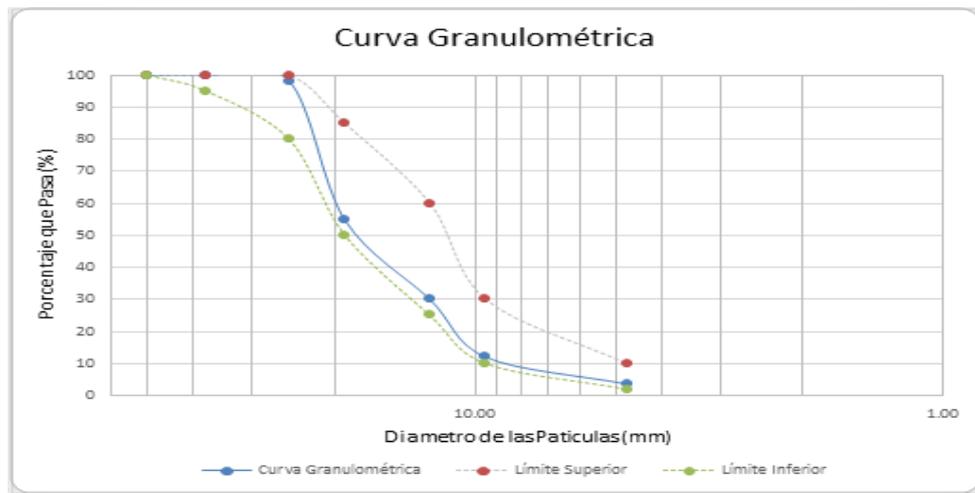


Figura 7. Curva granulométrica del agregado grueso.

Interpretación: Se realizaron los ensayos del agregado grueso (piedra chancada), extraída de la cantera Jicamarca, el cual se verifica que las curvas se encuentran dentro del límite que nos establece la norma, ante ello se presenta el módulo de fineza igual a 3.01, el tamaño nominal máximo TNM representa a 1" se encuentra dentro del jerarquía de material apto para la elaboración de la mezcla del concreto y finalmente el tamaño nominal máximo se debe encontrar entre el tamiz $\frac{3}{4}$ " < TNM < 1 1/2".

Contenido de humedad del agregado grueso (Norma técnica peruana 339.185)

Objetivo

- Determinar el porcentaje % de humedad del agregado.

Equipos

- Balanza aproximación de 0.1 gramos
- Bandeja
- Horno que mantiene la temperatura de 110 °C+- 5 °C.

Preparación de la muestra

- Se mezclará la muestra de forma uniforme de acuerdo a su estado natural y se aproxima su peso a un 0.1% con una cantidad próxima a la indica.

Tabla 21.
Preparación del agregado.

Tamaño máximo nominal del agregado	Cantidad mínima g
4.75 mm (N° 4) o más pequeño	300
9.5 mm (3/8 pulg)	1000
19 mm (3/4 pulg)	2500
37.5 mm (1 1/2 pulg) o más grande	5000

Fuente: NTP 339.185.

Procedimiento

- La muestra extraída de la cantera Jicamarca es de 4 kilos de agregado grueso.
- Se procede a pesar la muestra humedad en el envase.
- Se llevará al horno a 110 °C+- 5 °C por 24 horas.
- Se retirará la muestra del horno y la dejaremos enfriar.
- Finalmente, después de haber secado la muestra se procederá a pesar y anotar el peso.

Cálculos

Se obtendrá el contenido de humedad mediante la siguiente fórmula:

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

Dónde:

A: Peso de la muestra húmeda

B: Peso de la muestra seca

H: Contenido de humedad (%)

Resultados

Tabla 22.

Contenido de humedad del agregado grueso.

Contenido de Humedad del Agregado Grueso						
Cantera:	Jicamarca					
Realizado Por:	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching					
Fecha:	18/10/2018					
Norma:	NTP 339.185					
Masa del Agregado Grueso:	4000g					
Descripción	Símbolo	Cantidad			Unidad	
		1	2	3		
Peso de la muestra en estado ambiental	A	1007.00	1021.00	905.00	g	
Peso del muestra seca al horno	B	1002.00	1017.00	900.00	g	
Contenido de agua	A - B	5.00	4.00	5.00	g	
Contenido de humedad	$H = (A-B/B) \times 100$	0.5	0.4	0.6	%	
Promedio			0.5	%		

Fuente: Elaboración Propia.

Pesos Unitarios del agregado grueso (NTP 400.017)

Peso unitario suelto del agregado grueso.

Objetivo

- Obtener el peso unitario suelto del agregado grueso.
- Obtener el cálculo de vacíos en el agregado grueso.

Equipos

- Balanza al 0.1%
- Regla de 30 cm
- Badilejos o cucharones

- Envase

Tabla 23.
Preparación del agregado.

Capacidad		Tamaño máximo	
ps3	dm3	pulg.	mm
1/10	3	1/2	12.5
1/3	10	1	25.4
1/2	15	1 1/2	38.1
1	30	2	50.8

Fuente: NTP 400.018.

Procedimiento

- Se llenará el envase desde una altura de 5mm y material sobrante se eliminará con la barra y regla.
- Se obtendrá el peso neto del agregado en el envase, finalmente se obtiene el peso unitario multiplicando el peso neto por un factor (f) de su respectiva calibración del envase calculado.

Cálculos

Se obtendrá el peso unitario suelto utilizando la siguiente fórmula:

$$f = \frac{1000}{W_a}$$

$$PUS = f \times W_s$$

Dónde:

F: calibración del envase.

Ws: Peso de la muestra suelta.

Wa: Peso del agua.

PUS: Peso unitario seco.

Resultados

Tabla 24.
Peso unitario suelto del agregado grueso.

Peso unitario suelto del Agregado Grueso					
Cantera:	Jicamarca				
Ensayado elaborado por:	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching				
Fecha:	18/10/2018				
Norma:	NTP 400.017				
Masa del agregado fino:	4000g				
Descripción	Símbolo	Cantidad			Unidad
		1	2	3	
Peso de la muestra suelta + recipiente		17502	17513	17517	g
Peso del recipiente		4141	4141	4141	g
Peso de la muestra suelta	Ws	13361	13372	13376	g
Volumen del recipiente (1/3 pie 3)		9308.3	9308.3	9308.3	m ³
Peso unitario suelto	PUS	1435.4	1436.6	1437.0	kg/m ³
Promedio			1436.3		kg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

Peso unitario compactado del agregado fino

Objetivo

- Obtener el peso unitario suelto del agregado grueso.
- Obtener el cálculo de vacíos en el agregado grueso.

Equipos

- Balanza al 0.1%
- Regla de 30 cm
- Badilejos.
- Barra de acero de 16 mm de diámetro y 600 mm de largo.
- Envase cilíndrico de 1/10 pie³.

Procedimiento

- Se llenará el envase en 3 capas iguales, por cada capa se compactará con la barra realizando 25 golpes distribuidos uniformes sobre la superficie, luego de haber realizado este procedimiento de las capas el material sobrante se eliminará con la barra y regla.

- Se obtendrá el peso neto del agregado en el envase, finalmente se obtiene el peso unitario multiplicando el peso neto por un factor (f) de su respectiva calibración del envase calculado.

Cálculos

Se obtendrá el peso unitario compactado utilizando la siguiente fórmula:

$$f = \frac{1000}{W_a}$$
$$PUS = f \times W_s$$

Dónde:

F: calibración del envase.

Wc: Peso de la muestra suelta.

Wa: Peso del agua.

PUC: Peso unitario compactado.

Resultados

Tabla 25.
Peso unitario compactado del agregado grueso.

Peso unitario compactado del Agregado Grueso					
Cantera:	Jicamarca				
Ensayado elaborado por:	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching				
Fecha:	18/10/2018				
Norma:	NTP 400.017				
Masa del agregado fino:	6000g				
Descripción	Símbolo	Cantidad			Unidad
		1	2	3	
Peso de la muestra compactado + recipiente		18104	18117	18098	kg
Peso del recipiente		4141	4141	4141	kg
Peso de la muestra compactada	Ws	13963	13976	13957	kg
Volumen del recipiente (1/3 pie 3)		9308.3	9308.3	9308.3	m3
Peso unitario compactado	PUS	1500.1	1501.5	1499.4	kg/m3
Promedio		1500.3		kg/m3	

Fuente: Elaboración Propia.

Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso (NTP 400.022)

Realizaremos ensayos para obtener el peso específico, aparente y su absorción del agregado, ante ello la muestra debe estar sumergida por 24 horas en el agua.

Equipos

- Balanza de 5kg.
- Canasta de malla con una capacidad de 4000 cm³ a 7000 cm³
- Envase conveniente para hundir la canasta en agua.
- Horno de 110 °C + 5°C.
- Termómetro de 0.5 °C.

Preparación de la muestra

- Se dispondrá aproximadamente 2000g del cuarteo del agregado, rechazado todo material que pasaría por el tamiz N°4 (4.75mm).

Procedimiento

- Se lavar la muestra para retirar el polvo o impurezas que se encuentran en la superficie lo cual debe estar por un periodo de 24horas + 4 horas.
- Se retira la muestra después del periodo transcurrido, procediendo a colocarlo en un paño absorbente, el cual desaparecerá la película de agua. Tener en cuenta que las partículas grandes deben ser secadas separadas y procedemos a pesar la muestra bajo su condición saturada con una superficie seca. Para obtener este y los demás pesos se considerar con aproximaciones de 0.5 g.
- Luego de haber pesado, se colocará inmediatamente la muestra saturada con la superficie seca en la canasta y se determinará su peso en el agua con una temperatura de $23^{\circ}\text{C}+2^{\circ}\text{C}$.
- Finalmente se secará la muestra con un peso constante, manteniendo una temperatura de 100°C a 110°C y se dejará enfriar en una temperatura ambiental en un periodo de 1hora a 3 horas y luego se procede tomar nota del peso.

Cálculos

Se obtendrá el peso específico nominal y aparente, esto estará determinado mediante la siguiente formula:

Dónde:

Pe: Peso específico de la muestra.

Pa: Peso específico aparente.

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

Psss: Peso específico de la masa saturada con superficie seca.

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

D: Porcentaje de absorción.

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

A: Peso de la muestra seca.

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

B: Peso de la muestra saturada superficie seca.

C: Peso de la muestra saturada dentro del agua.

Resultados

Tabla 26.

Peso especificado y porcentaje de absorción del agregado grueso.

Peso específico y porcentaje de absorción del Agregado Grueso				
Cantera:	Jicamarca			
Ensayado elaborado por:	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching			
Fecha:	18/10/2018			
Norma:	NTP 400.021			
Masa del agregado fino:	1000g			
Descripción	Cantidad		Promedio	Unidad
	1	2		
Peso del mat. Sat. Superf. Seco (en el aire)	1003	1005		g
Peso del mat. Sat. Superf. Seco (en el agua)	366	638		g
Vol. De masa + volu. De vacios	366	367		g
Peso mat. Seco en el horno (105°C)	997	999		cc
Vol. De masa	360	361		g
Peso específico bulk (base seca)	2.72	2.72	2.72	g/cc
Peso específico bulk (base saturada)	2.740	2.738	2.74	g/cc
Peso específico aparente (base seca)	2.769	2.767	2.77	g/cc
% de absorción	0.6	0.6	0.6	%

Fuente: Elaboración Propia.

Desarrollo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar

Para desarrollar el porcentaje parcial del cemento por la ceniza de bagazo, elaboraremos probetas cilíndricas de acuerdo como nos indican los métodos de la norma técnica peruana, y por ende cada probeta estará con porcentajes diferentes de 4%, 8% y 12% de ceniza de bagazo.

Se inició con la recolección del bagazo de la caña ya exprimida, la cual se dejó secar por casi 3 días para tener como objetivo una quema adecuada y no afecten a la elaboración de la mezcla del concreto.

Luego de ya haberlo quemado el bagazo de caña, se realizará el tamizado para obtener el porcentaje de finura que pueda contener la ceniza después de haber sido quemado el bagazo.

Tabla 27.
Análisis granulométrico de la ceniza.

Análisis Granulométrico por Tamizado (Ceniza de bagazo)						
Cantera:	Cantera Cieneguilla					
Ensayo elaborado por:	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching Rodríguez					
Norma:	NTP 400.012					
Masa del agregado fino:	777.38 g					
Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulada	% Pasa	Límite % que pasa ASTM C33
3/8"	9.75	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº 4	4.75	4.30	2.83	2.83	97.17	95 - 100
Nº 8	2.36	10.50	8.70	11.53	88.47	80 - 100
Nº 16	1.18	19.50	12.85	24.38	75.62	50 - 85
Nº 30	0.60	45.30	29.84	54.22	45.78	25 - 60
Nº 50	0.30	26.50	17.46	71.68	28.32	10 - 30.
Nº 100	0.15	39.50	22.30	93.98	6.02	2 - 10.
FONDO	0	6.20	4.08	98.06	1.94	
TOTAL		151.80	98.06			

Módulo de Fineza (MF) = 2.59

Fuente: Elaboración Propia.

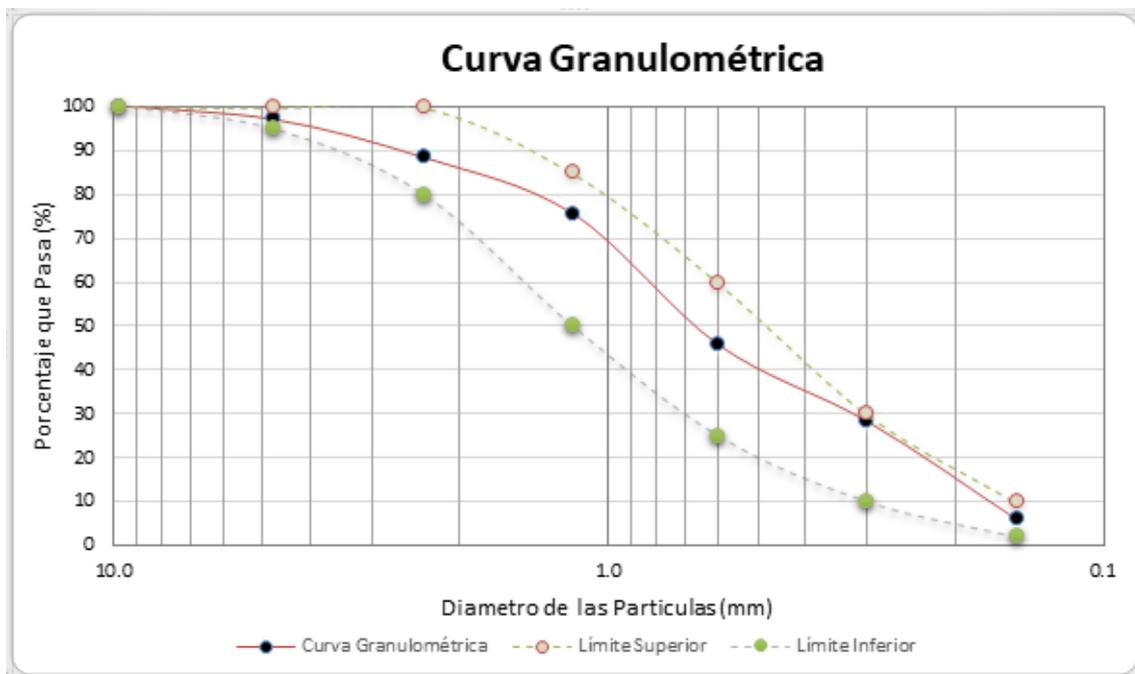


Figura 8. Curva granulométrica de la ceniza de bagazo de caña de azúcar.

Interpretación: Se realizó el tamizado de acuerdo a la NTP 400.012 para obtener la granulometría de este agregado, como se visualiza en la gráfica la curva granulométrica que corresponde a la muestra la misma que se encuentra dentro de los límites, la ceniza para esta prueba obtiene un módulo de fineza de $MF=2.59$ ante ello podemos decir que se encuentra dentro del límite de $2.3 < MF < 3.1$ del agregado para que este pueda ser apto.



Figura 9. Análisis granulométrico de la ceniza.

Diseño de mezcla para un concreto de acuerdo al método ACI de comité 211

El diseño patrón se realizará de acuerdo al método del ACI del comité 211 para obtener una resistencia a la compresión adecuada, así mismo utilizaremos los valores obtenidos en los ensayos de los agregados fino y grueso.

Diseño de mezcla para obtener un concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^3$ si emplear la ceniza de bagazo

Datos generales

Agregados

- Arena gruesa (Cantera Cieneguilla).
- Piedra chancada (Cantera Jicamarca).

Cemento

- Marca: Cemento SOL.
- Tipo: Portland tipo I.
- Peso específico: 3.15 g/cm^3

Agua

- Peso específico: 1000 kg/m^3

Características del concreto

- Resistencia a obtener (específica): $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

- Slump: 3" a 4"

Determinar la resistencia promedio

Tabla 28.
Resistencia a la compresión promedio.

Rm: Resistencia Promedio	
F'c	F'cr
< 210	F'c + 70
210 a 350	F'c + 84
> 350	F'c + 98

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla obtendremos f'cr.

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

Tamaño máximo nominal del agregado grueso

$$TMN = 1''$$

Determinación del slump

Tabla 29.
Asentamiento para diversos tipos de estructuras.

Tipos de construcción	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	3"	1"
Vigas y muros reforzados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Pavimentos y losas	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Elaboración propia.

Slump para la investigación será de 3" – 4"

Obtención del contenido de aire atrapado

$$TMN = 1''$$

Decimos que el aire atrapado es de 1.5%

Obtención del contenido de agua

Tabla 30.

Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados.

Asentamiento	lt/m ³ de Agua, para máximos tamaños nominales del agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8 "	½ "	¾ "	1 "	1 ½ "	2 "	3 "	6 "
Concretos sin incorporar aire								
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	-
Concretos incorporando aire								
1 " a 2 "	181	175	168	160	150	142	122	107
3 " a 4 "	202	193	184	175	165	157	133	119
6 " a 7 "	216	205	197	184	174	166	154	-

Fuente: Comité 211 del ACI.

- El contenido de agua requerido por metro cúbico m³ es de: 193 lt.

Obtención de la relación agua/cemento ya sea por su resistencia a la compresión o por su durabilidad

Tabla 31.

Relación agua-cemento por resistencia.

f' cr (28 días)	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
100	0.90	0.81
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	-

Fuente: Comité 211 del ACI.

Para obtener el valor de la relación agua/cemento se realizó la interpolación y el valor obtenido para el $F'c = 294 \text{ kg/cm}^2$ es de: $A/C = 0.56$

Valor del contenido de cemento

Obtención del factor cemento

$$\text{Cemento} = \text{agua}/(a/c) = 193/0.56 = 372.11 \text{ kg} = 8.92 \text{ bl/m}^3 = 9 \text{ bolsas/m}^3$$

Determinación de volumen del agregado grueso por las unidades de volumen de concreto.

Tabla 32.

Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco y varillado o compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Comité 211 del ACI.

Entonces decimos que:

$$B/bo = 0.7$$

$$\text{PUC} = 1500.8 \text{ kg/m}^3$$

Finalmente tenemos el peso del agregado grueso = $(B/bo) \times \text{PUC} = 0.7 \times 1500.8 = 1050.56$ kg.

Cálculo de la suma de los volúmenes absolutos de los agregados

Datos:

$$\text{Aire} = 1.5\%$$

$$\text{Agua} = 193 \text{ lt.}$$

$$\text{Cemento} = 379.11 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del a.g} = 1050.56 \text{ kg}$$

$$\text{Pe del agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pe del agregado grueso} = 2744.0 \text{ kg/m}^3$$

Pe del agregado fino= 2678.0 kg/m³

Determinaremos los volúmenes

Cemento= (C/ Pe x 1000) = 0.12 m³

Agua = (Agua/ Pe agua) = 0.19 m³

Aire = (Aire/100) = 0.015 m³

Vol. del A.G = (Peso A.G/ Pe A.G) = 0.3829 m³

Ahora se procederá a sumar los volúmenes obtenidos para poder hallar el volumen del agregado fino.

La sumatoria final es= 0.71 m³

Entonces decimos que el volumen del agregado fino seria la diferencia de 1m³ menos la sumatoria obtenida de los anteriores volúmenes.

Vol. del A.F = 0.29 m³

Peso del A.F = 0.29 x 2678.0 = 776.62 kg.

Resumen de los pesos

Tabla 33.
Peso seco.

Material	Peso	Und
Cemento	379.11	kg
Agua	193.00	Lt
Agregado fino	776.62	Kg
Agregado grueso	1050.56	Kg
Aire	0.02	%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34.
Volumen seco.

Material	Peso	Und
Cemento	0.12	m ³
Agua	0.19	m ³
Agregado fino	0.29	m ³
Agregado grueso	0.39	m ³
Aire	0.015	m ³

Fuente: Elaboración propia.

Corrección por humedad de los agregados

A continuación, aplicaremos la siguiente fórmula para la corrección de los agregados:

A. Peso húmedo del agregado fino.

B. Peso húmedo del agregado grueso.

$$\text{Peso Húmedo A.F} = \text{Peso seco A.F} \times (1 + w\%/100) = 791.15 \text{ kg.}$$

$$\text{Peso Húmedo A.G} = \text{Peso seco A.G} \times (1 + w\% /100) = 1055.81 \text{ kg.}$$

Aporte de agua para la mezcla

A continuación, aplicaremos la siguiente fórmula para obtener el aporte de agua para la mezcla:

$$\text{Aporte de agua para el agregado fino} = ((w\% - \% \text{ abs}) \times \text{Peso seco A.F}) / 100$$

$$\text{Aporte de agua para el agregado grueso} = ((w\% - \% \text{ abs}) \times \text{Peso seco A.G}) / 100$$

Entonces decimos:

$$\text{Aporte de humedad} = 5.25 \text{ lt.}$$

Agua efectiva

Decimos:

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua diseño} - \text{Aporte de humedad}$$

$$\text{Agua efectiva} = 193 \text{ lt.} - 5.28 \text{ lt} = 187.72 \text{ lt.}$$

Materiales a utilizar

Tabla 35.
Peso en obra, material por m3.

Material	Volumen (m3)	Und
Cemento	379.11	kg
Agua	187.72	lt
Agregado fino	791.15	kg
Agregado grueso	1055.81	kg
Aire	0.015	%
Total	2406.79	kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36.
Dosificación en obra.

Dosificación en obra				
Descripción	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
Material en peso	379.11	791.15	1055.81	187.72
Dosificación en peso	1	2.1	2.8	0.5
Material en volumen	0.12	0.29	0.39	0.19
Dosificación en volumen	1	2.4	3.3	1.58

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de mezcla para el concreto $f'c=210$ kg/cm² como diseño patrón

Tabla 37.
Dosificación del concreto con una resistencia de $f'c=210$ kg/cm².

DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO $F'c= 210$ kg/cm² - PATRON						
Ensayo p						
: Heysser Mendoza Romero y Jean franko Aching						
Norma: ACI del comité 211						
Material	Cant. En kg para un m ³	Volumen m ³	Dosificación por peso (en obra)	Dosificación en vol. (en obra)	Dosificación para una probeta con 10% de desperdicio	Dosificación para 6 probetas (kg)
Cemento	379.11	0.12	1.00	1.00	0.67	4.00
Agua	187.72	0.19	0.50	1.58	0.33	1.98
Ag. Fino	792.15	0.29	2.13	2.42	1.39	8.37
Ag. Grueso	1055.81	0.39	2.84	3.25	1.86	11.15

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de mezcla para el concreto $f'c=210$ kg/cm² empleando un 4% de ceniza de bagazo de caña de azúcar como sustituto parcial del cemento.

Para realizar el diseño de mezcla se obtuvo los datos de la tabla 37, ante ello se realizarán sustituciones parciales del cemento en un 4% de ceniza el cual este porcentaje será disminuido al cemento y será remplazado por ceniza de bagazo.

Tabla 38.

Peso en obra, materiales por m³.

Material	Volumen (m³)	Und
Cemento	364.23	kg
Agua	187.72	lt
Agregado fino	792.15	kg
Agregado grueso	1055.81	kg
Aire	0.02	%
Total	14.88	kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39.

Volumen en obra, materiales por m³.

Material	Volumen (m³)	Und
Cemento	0.103	m ³
Agua	0.19	m ³
Agregado fino	0.29	m ³
Agregado grueso	0.39	m ³
Aire	0.015	m ³
Total	0.012	m ³

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40.

Dosificación en obra con la sustitución parcial al cemento con un 4% de ceniza.

Dosificación en obra sustituyendo parcialmente al cemento con un 4%					
Descripción	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Ceniza
Material en peso	363.95	791.15	1055.81	187.72	14.88
Dosificación en peso	1	2.2	2.9	0.52	0.042
Material en volumen	0.103	0.29	0.39	0.19	0.012
Dosificación en volumen	1	2.8	3.8	1.84	0.12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41.

Dosificación de concreto con una resistencia de $f'c=210$ kg/cm² con la sustitución parcial al cemento con un 4% de ceniza.

DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO $F' C= 210$ kg/cm ² SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO 4%						
Ensayo por						
:	Heysser Mendoza Romero y Jean franko Aching					
Norma: ACI del comité 211						
Material	Cant. En kg para un m ³	Volumen m ³	Dosificación por peso (en obra)	Dosificación en vol. (en obra)	Dosificación para una probeta con 10% de desperdicio	Dosificación para 6 probetas (kg)
Cemento	363.95	0.10	1.00	1.00	0.64	3.84
Agua	187.72	0.19	0.52	1.84	0.33	1.98
Ag. Fino	776.62	0.29	2.13	2.80	1.37	8.20
Ag. Grueso	1055.81	0.39	2.90	3.77	1.86	11.15
Ceniza	14.88	0.012	0.04	0.11	0.03	0.16

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de mezcla para el concreto $f'c=210$ kg/cm² empleando un 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar como sustituto parcial del cemento

Para desarrollar el diseño de mezcla se obtuvo los datos de la tabla 37, ante ello se realizarán sustituciones parciales del cemento en un 8% de ceniza el cual este porcentaje será disminuido al cemento y será remplazado por ceniza de bagazo.

Tabla 42.

Peso en obra, materiales por m³.

Material	Peso	Und
Cemento	348.78	kg
Agua	187.72	lt
Agregado fino	792.15	kg
Agregado grueso	1055.81	kg
Aire	0.02	%
Cenizo de bagazo	30.33	kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43.

Volumen en obra, materiales por m³.

Material	Peso	Und
Cemento	0.086	m ³
Agua	0.19	m ³
Agregado fino	0.29	m ³
Agregado grueso	0.39	m ³
Aire	0.015	%
Cenizo de bagazo	0.024	m ³

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44.

Dosificación en obra con la sustitución parcial al cemento con un 8% de ceniza.

Dosificación en obra sustituyendo parcialmente al cemento con un 8%					
Descripción	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Ceniza
Material en peso	348.78	791.15	1055.81	187.72	14.88
Dosificación en peso	1	2.3	3	0.5	0.043
Material en volumen	0.09	0.29	0.39	0.19	0.024
Dosificación en volumen	1	3.4	4.5	2.2	0.28

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 45.

Dosificación de concreto con una resistencia de $f'c=210$ kg/cm² con la sustitución parcial al cemento con un 8% de ceniza.

DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO $F'c=210$ kg/cm² SUSTITUCIÓN PARCIAL D CEMENTO 8%						
Ensayo por:	Heysser Mendoza Romero y Jean franco Aching					
Norma:	ACI del comité 211					
Material	Cant. En kg para un m ³	Volumen m ³	Dosificación por peso (en obra)	Dosificación en vol. (en obra)	Dosificación para una probeta con 10% de desperdicio	Dosificación para 6 probetas (kg)
Cemento	348.78	0.09	1.00	1.00	0.59	3.52
Agua	187.72	0.19	0.54	2.79	0.33	1.98
Ag. Fino	776.62	0.29	2.23	4.15	1.37	8.20
Ag. Grueso	1055.81	0.39	3.03	5.58	1.86	11.15
Ceniza	30.3288	0.024	0.14	0.51	0.08	0.48

Fuente: Elaboración Propia.

Diseño de mezcla para el concreto $f'c=210$ kg/cm² empleando un 12% de ceniza de bagazo de caña de azúcar como sustituto parcial del cemento.

Para realizar el diseño de mezcla se obtuvo los datos de la tabla N°40, ante ello se realizarán sustituciones parciales del cemento en un 12% de ceniza el cual este porcentaje será disminuido al cemento y será remplazado por ceniza de bagazo.

Tabla 46.

Peso en obra, materiales por peso.

Material	Peso	Und
Cemento	333.62	kg
Agua	187.72	lt
Agregado fino	792.15	kg
Agregado grueso	1055.81	kg
Aire	0.02	%
Cenizo de bagazo	45.49	kg

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 47.
Volumen en obra, materiales por m3.

Material	Peso	Und
Cemento	0.07	m3
Agua	0.19	m3
Agregado fino	0.29	m3
Agregado grueso	0.39	m3
Aire	0.015	%
Cenizo de bagazo	0.036	m3

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 48.
Dosificación en obra con la sustitución parcial al cemento con un 12% de ceniza.

Dosificación en obra sustituyendo parcialmente al cemento con un 12% de ceniza					
Descripción	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	Ceniza
Material en peso	333.62	791.15	1055.81	187.72	14.88
Dosificación en peso	1	2.4	3.2	0.6	0.045
Material en volumen	0.07	0.29	0.39	0.19	0.012
Dosificación en volumen	1	4.1	5.6	2.72	0.17

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 49.
Dosificación de concreto con una resistencia de $f'c=210$ kg/cm² con la sustitución parcial al cemento con un 12% de ceniza.

DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO F' C= 210 kg/cm² SUSTITUYENDO PARCIALMENTE DEL CEMENTO CON 12%						
Ensayo por : Heysser Mendoza Romero y Jean franco Aching						
Norma: ACI del comité 211						
Material	Cant. En kg para un m3	Volumen m3	Dosificación por peso (en obra)	Dosificación en vol. (en obra)	Dosificación para una probeta con 10% de desperdicio	Dosificación para 6 probetas (kg)
Cemento	333.6168	0.07	1.00	1.00	0.59	3.52
Agua	187.72	0.19	0.56	2.72	0.33	1.98
Ag. Fino	776.62	0.29	2.33	4.15	1.37	8.20
Ag. Grueso	1055.81	0.39	3.16	5.58	1.86	11.15
Ceniza	45.4932	0.036	0.14	0.51	0.08	0.48

Fuente: Elaboración Propia.

Proceso y curado de probetas cilíndricas (NTP 339.033 y ASTM C31)

Se elaboraron:

- 6 probetas cilíndricas sin sustituir parcialmente al cemento con ceniza.
- 6 probetas cilíndricas sustituyendo parcialmente al cemento con 4% de ceniza.

- 6 probetas cilíndricas sustituyendo parcialmente al cemento con 8% de ceniza.
- 6 probetas cilíndricas sustituyendo parcialmente al cemento con 12% de ceniza.
- Elaborando un total de 24 probetas.

Las pruebas de resistencia a compresión realizaremos a edades de 7 días, 14 días y 28 días, para ello tendremos que para cada edad serán de 6 probetas.

Para la elaboración de las probetas cilíndricas como testigos de concreto, serán sometidas a los ensayos de resistencia a compresión, ya que estas se elaboraron y curaron de acuerdo a lo establecido por la NTP 339.033 y la norma ASTM C31.

Tabla 50.
Cantidad de probetas a ensayar.

Código	Edades de Ensayos		
	7 días	14 días	28 días
CSC	2 probetas	2 probetas	2 probetas
CCC 4%	2 probetas	2 probetas	2 probetas
CCC 8%	2 probetas	2 probetas	2 probetas
CCC 12%	2 probetas	2 probetas	2 probetas
Total	8	8	8

Fuente: Elaboración Propia.

Elaboración del concreto

Equipos

Los moldes que se emplearan son los testigos cilíndricos, que estarán definidas de acuerdo a la NTP 339.033, estos testigos tienen como diámetro 0.10m, de altura 0.20m, espesor de 4.8mm y la placa base de ¼”, no absorbente que tiene reacción al contacto con el concreto de acuerdo a la norma ASTM C-39.

Equipos a emplear

- Probetas cilíndricas de 4 x 8 pulgadas.
- Cono de Abrams para obtener la medición del Slump (asentamiento).
- Mezcladora de concreto de 7 – 9 pie³
- Martillo de goma de 0.60kg.
- Varilla de compactación de acero liso de 5/8” de diámetro y altura de 0.60m.

- Plancha de batir de albañilería.
- Un galón de petróleo.
- Balanza electrónica.
- Baldes.
- Bandejas.

Materiales

- Cemento Portland tipo I.
- Agua potable.
- Agregado fino obtenido de la cantera Cieneguilla.
- Agregado grueso obtenido de la cantera Jicamarca.
- Ceniza: Obtenida del reciclaje de la caña de azúcar exprimida, secada y quemada para emplearlo al cemento.



Figura 10. Material para el concreto.

Preparación del concreto

Una vez obtenido los datos del diseño de mezcla hasta llegará a la configuración creado por el ACI 211, el proceso de la elaboración del concreto empieza realizando el peso de los materiales y dividirlos en bandejas, para que estos sean mezclados. Se añadirán los agregados y la mitad de agua con el fin de que los agregados se remojen; posteriormente se añade el cemento y el restante del agua, finalmente se proceda a dar el mezclado correcto durante 3 a 4 min.



Figura 11. Elaboración del concreto.

Al finalizar el tiempo de la mezcla de los agregados, se procederá a realizar el ensayo del slump – asentamiento, el cono de abrams será llenado en tres capas produciéndole 25 golpes en forma helicoidal de adentro hacia afuera. Así mismo al terminar las 3 capas y elevar el cono verticalmente se verificará el asentamiento el cual mediremos con el contorno del cono.



Figura 12. Elaboración del concreto.

Tabla 51.

Propiedades del concreto en estado.

Propiedades del concreto				
Ensayado por:	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching			
Norma:	NTP 339.045			
Propiedades	Porcentaje de Ceniza			
Denominación	0%	4%	8%	12%
Asentamiento (pulg)	3"	3.2"	3.5"	3.3"
Trabajabilidad	B	B	B	B
Homogeneidad	MB	MB	MB	MB

Fuente: Elaboración propia.

B = Buena

MB = Muy Buena

Con los datos obtenidos, se puede visualizar que el al sustituir con los porcentajes de la ceniza mejora la trabajabilidad ligeramente, su homogeneidad se mantiene ya que tiene una apropiada manipulación, y su asentamiento se encuentra en el rango para el concreto de 210 kg/m² (3'' – 4'').

Vaciado de probetas cilíndricas

Luego de haber obtenido los asentamientos, se procederá a llenar las probetas, pero antes de ello las probetas se tendrán que limpiar y engrasar con petróleo para quitar las impurezas del molde, así mismo se llenaran las probetas cilíndricas por capas, la cual se producirá 25 golpes con la varilla de acero liso y el martillo de goma alrededor de la probeta con su fin de eliminar vacíos, finalmente la parte superior una vez ya realizado las 3 capas se procederá a nivelar la superficie.



Figura 13. Llenado de probetas de concreto.

Desmoldar y curar las probetas

Así mismo ya transcurrido el tiempo de las 24+4 horas de su llenado y/o elaboración de las probetas, se desmoldan y se colocaron en un recipiente de curado en un periodo de 7,14 y 28 días con una temperatura de 23°C +- 2°C.



Figura 14. Desmoldar y curar las probetas.

Ensayo de la resistencia a la compresión para un concreto de 210kg/cm²

Durante el proceso final de su curado de las probetas, estas serán separadas del recipiente del curado, ante ello se dejará al aire libre durante 60 minutos, en este ensayo se procederán a medir y pesar, luego se procederá a colocar una carga axial de compresión que será conectada a la probeta con su velocidad de 14 a 34MPa/s, esto se dará hasta que se produzca una falla de la probeta, estos datos obtenidos para la resistencia se calcularán dividiendo la carga máxima entre su área de la probeta.



Figura 15. Ensayo de la resistencia a la compresión.



Figura 16. Ensayo de la resistencia a la compresión.

Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos de los ensayos de la resistencia a la compresión en determinadas edades de acuerdo a la NTP, así mismo la ceniza de bagazo ha sido sustituida parcialmente al cemento el cual se incluye en la mezcla. Finalmente, las comparaciones que realizaremos serán de los diferentes resultados ya que esto nos permitirá emanar la investigación a la que tenemos como referencia.

Tabla 52.

Resistencia a la compresión a 7 días de edad.

Resistencia a la compresión a 7 días de edad							
Ensayado por: Heysser Mendoza Romeroy Jean Franko Aching							
Norma: NTP 339.045							
Identificación de las muestras	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión	F _c kg/cm ²
Patrón	3/11/2018	10/11/2018	10.00	78.54	15237.00	194.00	192.00
Patrón	3/11/2018	10/11/2018	10.00	80.12	15223.00	190.00	192.00
CCC 4%	3/11/2018	10/11/2018	10.00	78.54	15708.00	200.00	202.00
CCC 4%	3/11/2018	10/11/2018	10.00	78.54	16022.00	204.00	202.00
CCC 8%	3/11/2018	10/11/2018	10.05	79.33	16263.00	205.00	205.50
CCC 8%	3/11/2018	10/11/2018	10.00	80.12	16505.00	206.00	205.50
CCC 12%	3/11/2018	10/11/2018	10.00	78.54	16258.00	207.00	207.50
CCC 12%	3/11/2018	10/11/2018	10.00	78.54	16336.00	208.00	207.50

Fuente: Elaboración propia.

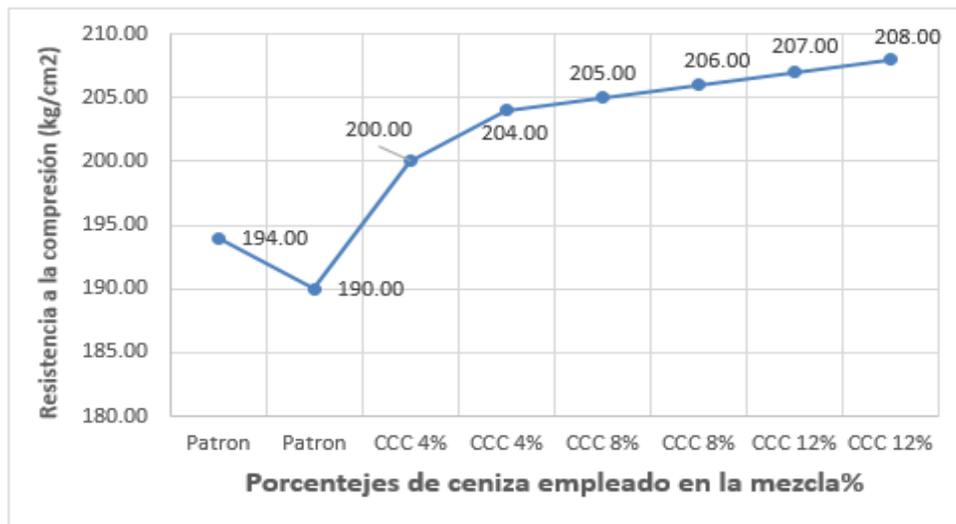


Figura 17. Curva comparativa de resistencia a la compresión del concreto en los 7 días de edad sin ceniza y empleando parcialmente la ceniza al cemento.

Interpretación: En las pruebas de resistencia a la compresión de los testigos de concreto a los 7 días de edad nos permitirá visualizar que las muestras se encuentran en un promedio menor de la resistencia requerida, pero si vemos que la resistencia aumenta si empleamos la ceniza de bagazo de caña de azúcar en los porcentajes de 4%, 8% y 12% como sustituto parcial del cemento.

Tabla 53.
Resistencia a la compresión a 14 días de edad.

Resistencia a la compresión a 14 días de edad							
Ensayado por: Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching							
Norma: NTP 339.045							
Identificación de las muestras	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión	F'c kg/cm ²
Patrón	3/11/2018	17/11/2018	10.00	78.54	17672.00	225.00	227.50
Patrón	3/11/2018	17/11/2018	10.00	78.54	18064.00	230.00	
CCC 4%	3/11/2018	17/11/2018	10.00	80.12	18748.00	234.00	235.50
CCC 4%	3/11/2018	17/11/2018	10.00	78.54	18801.00	237.00	
CCC 8%	3/11/2018	17/11/2018	10.05	80.12	19149.00	239.00	239.50
CCC 8%	3/11/2018	17/11/2018	10.10	80.12	19229.00	240.00	
CCC 12%	3/11/2018	17/11/2018	10.00	78.54	19264.00	245.00	243.50
CCC 12%	3/11/2018	17/11/2018	10.05	78.54	19007.00	242.00	

Fuente: Elaboración propia.

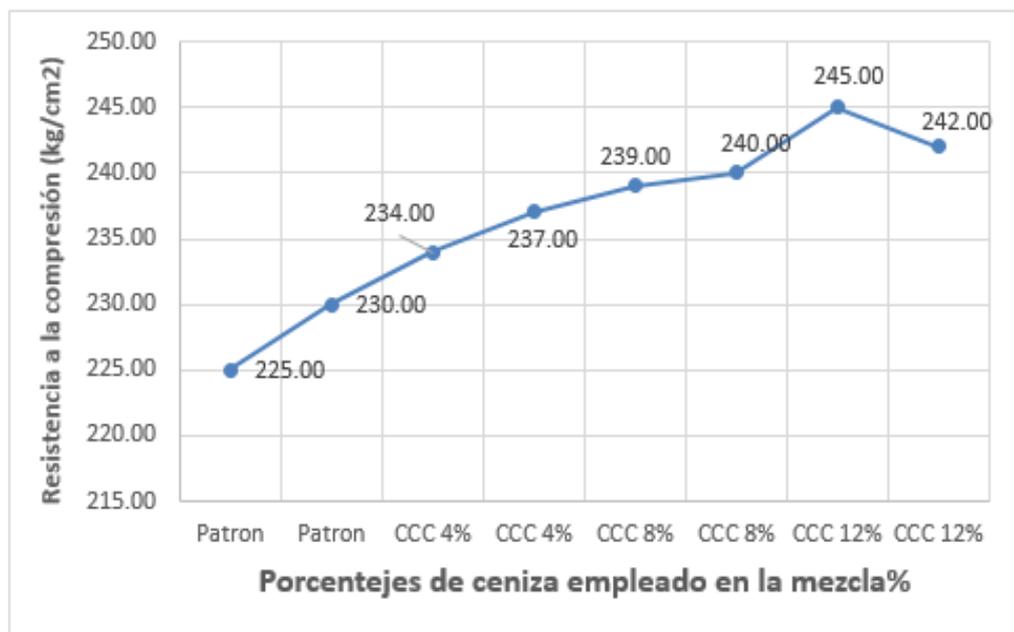


Figura 18. Curva comparativa de resistencia a la compresión del concreto en los 14 días de edad sin ceniza y empleando parcialmente la ceniza al cemento.

Interpretación: Visualizamos que en los 14 días de edad del concreto empleando la ceniza de bagazo de caña de azúcar como sustituto parcial del cemento en 4%, 8% y 12% aumenta considerablemente, hay variaciones en los ensayos, pero si se observa que su aumento es considerable ya que estaría dentro de la resistencia requerida.

Tabla 54.
Resistencia a la compresión a 28 días de edad.

Resistencia a la compresión a 28 días de edad							
Ensayador por: Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching							
Norma: NTP 339.045							
Identificación de las muestras	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión	F'c kg/cm ²
Patrón	3/11/2018	1/12/2018	10.05	79.33	21419.00	270.00	271.50
Patrón	3/11/2018	1/12/2018	10.10	80.12	21873.00	273.00	
CCC 4%	3/11/2018	1/12/2018	10.00	78.54	21677.00	276.00	275.00
CCC 4%	3/11/2018	1/12/2018	10.00	78.54	21520.00	274.00	
CCC 8%	3/11/2018	1/12/2018	10.05	79.33	22133.00	279.00	280.00
CCC 8%	3/11/2018	1/12/2018	10.10	80.12	22514.00	281.00	
CCC 12%	3/11/2018	1/12/2018	10.00	78.54	22620.00	288.00	286.00
CCC 12%	3/11/2018	1/12/2018	10.10	80.12	22754.00	284.00	

Fuente: Elaboración propia.

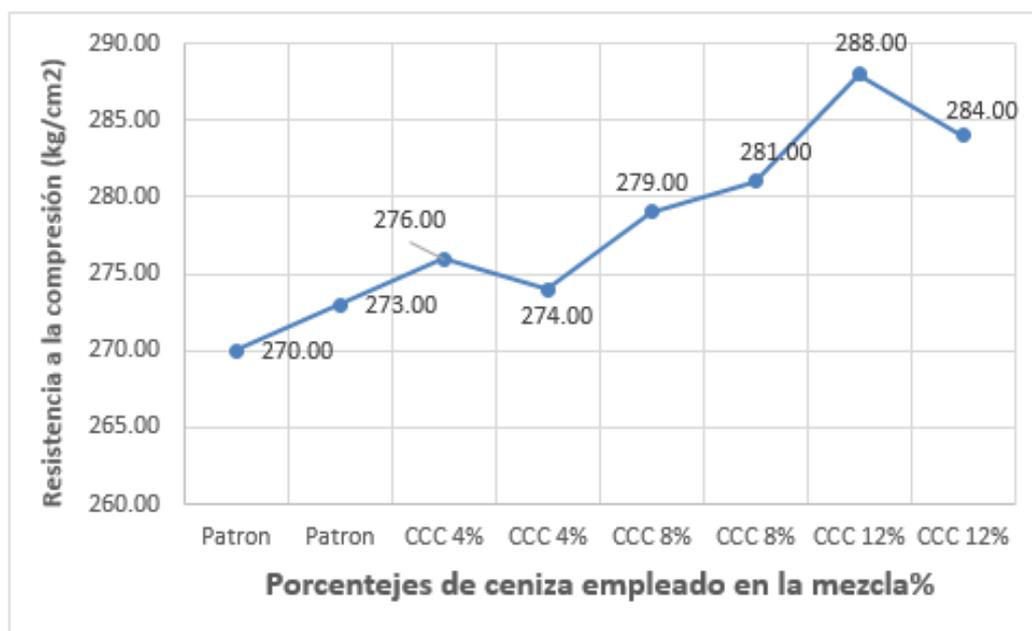


Figura 19. Curva comparativa de resistencia a la compresión del concreto en los 28 días de edad sin ceniza y empleando parcialmente la ceniza al cemento.

Interpretación: Finalmente se observa que en los 28 días de edad del concreto empleando la ceniza de bagazo de caña de azúcar como sustituto parcial del cemento en 4%,8% y 12% aumenta favorablemente en las mezclas y se llega a alcanzar las resistencias mayores y son adecuadas en para su resistencia.

Tabla 55.

Cuadro comparativo de la resistencia a la compresión.

Resistencia a la compresión			
Ensayado por: Heysser Mendoza y Jean Franko			
Norma: NTP 339.034			
	7 días	14 días	28 días
PATRON	192.00	227.50	271.50
CCC 4%	202.00	235.50	275.00
CCC 8%	205.50	239.50	280.00
CCC 12%	207.50	243.50	286.00

Fuente: Elaboración propia.

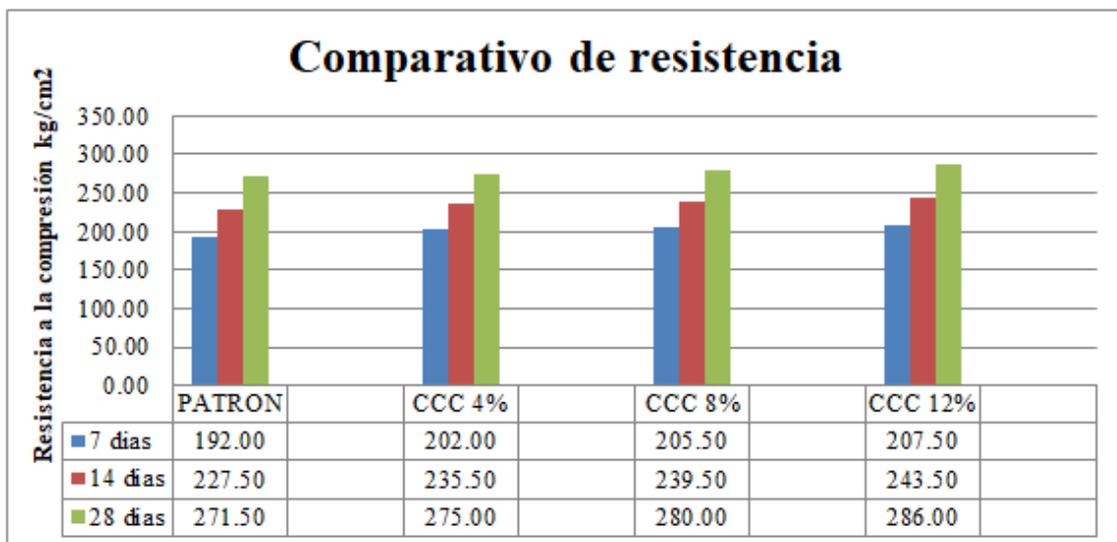


Figura 20. Curva comparativa de resistencia a la compresión.

Interpretación: Las pruebas realizadas para obtener las resistencias de cada porcentaje sustituyendo parcialmente al cemento en diferentes edades visualizamos que a los 7 días con un porcentaje de 12% está a un límite de llegar a la resistencia requerida, pero entre los 14 y 28 días de edad con los porcentajes de 4%, 8% y 12% sustituyentes parcialmente del cemento logran alcanzar la mayor resistencia en las probetas ensayadas.

Tipos de las fallas en las probetas cilíndricas de concreto ensayadas a compresión

La presentación de fallas que se visualizaron fue en los extremos superiores e inferiores de cada testigo de concreto, en la figura N°5 de la NTP 339.034 se detalla los tipos de fallas que se muestran en los testigos de concreto los cuales fueron ensayados a edades diferentes según el empleo de ceniza incluida en la sustitución parcial del cemento.

Tabla 56.

Tipos de fallas a los 7 días de edad.

Resistencia a la compresión a 7 días de edad			
Ensayado por: Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching			
Norma: NTP 339.034			
Fotografía	% ceniza	Falla	Descripción
	0	TIPO 5	Factura de lado las bases superior e inferior, estas ocurren común con las capas de enbonado. (NTP 339 034)
	4	TIPO 2	Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas. (NTP 339 034)
	8	TIPO 3	Grietas verticales columnares en ambas bases conos no bien formados. (NTP 339 034)
	12	TIPO 2	Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas. (NTP 339 034)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57.
Tipos de fallas a los 14 días de edad.

Resistencia a la compresión a 14 días de edad				
Ensayado por: Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching				
Norma: NTP 339.034				
Fotografía	% ceniza	Falla	Descripción	
	0	TIPO 2	Desprendimiento en la parte superior causado, como grietas verticales a través de las capas (NTP 339 034)	
	4	TIPO 5	Grieta en la parte superior por falta de compactación entre capas que pueden reducir de la adherencia. (NTP 339 034)	
	8	TIPO 5	Fractura de cono bien formado donde la probeta es fraccionada de concreto. (NTP 339 034)	
	12	TIPO 3	Fractura verticales de cono mal formado esto puede llegar hacer una combinación de compresión y corte. Esto ocurre por una inadecuada conformación durante el vaciado. (NTP 339 034)	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58.
Tipos de fallas a los 28 días de edad.

Resistencia a la compresión a 28 días de edad			
Ensayado por: Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching			
Norma: NTP 339.034			
Fotografía	% ceniza	Falla	Descripción
	0	TIPO 5	Grieta en la parte superior por falta de compactación entre capas que pueden reducir de la adherencia. (NTP 339 034)
	4	TIPO 5	Grieta en la parte superior por falta de compactación entre capas que pueden reducir de la adherencia. (NTP 339 034)
	8	TIPO 3	Fractura verticales de cono mal formado esto puede llegar hacer una combinación de compresión y corte. Esto ocurre por una inadecuada conformación durante el vaciado. (NTP 339 034)
	12	TIPO 2	Desprendimiento en la parte superior causado, como grietas verticales a través de las capas (NTP 339 034)

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de los costos por metro cúbico (m3)

Para esta elaboración de los costos del concreto sin ceniza y otro concreto con ceniza con diferentes porcentajes sustituyentes al cemento, para ello realizaremos un comparativo el cual se tiene lo siguiente:

Tabla 59.

Costos de concreto por m3 sin ceniza.

CONCRETO ARMADO - $f'c=210$ kg/cm ² - PATRON							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000		Costo unitario directo por : m3	163.51	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.00	0.400	20.07	8.03	
0101010004	OFICIAL	hh	2.00	0.400	16.47	6.59	
0101010005	PEON	hh	5.00	1.000	14.81	14.81	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.00	0.400	19.50	7.80	
						37.23	
Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0.1500	12.00	1.80	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.2900	41.00	11.89	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1200	18.86	2.26	
0207010011	PIEDRA CHANCHADA DE 1"	m3		0.3900	120.00	46.80	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1900	15.00	2.85	
						65.60	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		1.1169	37.23	41.58	
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	día	1.20	0.2400	70.00	16.80	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.00	0.2000	11.50	2.30	
						60.68	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60.

Costo de concreto por m³ empleando 4% de ceniza de bagazo de caña de azúcar como sustituto parcialmente del cemento.

CONCRETO ARMADO - f'c=210 kg/cm ² - SUSTITUYENDO PARCIALMENTE EL CEMENTO CON 4%							
Rendimiento	m ³ /DIA	MO. 40.0000	EQ.	Costo unitario directo por :		163.19	
				m ³			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.00	0.400	20.07	8.03	
0101010004	OFICIAL	hh	2.00	0.400	16.47	6.59	
0101010005	PEON	hh	5.00	1.000	14.81	14.81	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.00	0.400	19.50	7.80	
						37.23	
Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0.1500	12.00	1.80	
02070200010002	ARENA GRUESA	m ³		0.2900	41.00	11.89	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1030	18.86	1.94	
0207010011	PIEDRA CHANCHADA DE 1"	m ³		0.3900	120.00	46.80	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m ³		0.1900	15.00	2.85	
	CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	m ³		0.0120	2.00	0.02	
						65.28	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		1.1169	37.23	41.58	
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	día	1.20	0.2400	70.00	16.80	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.00	0.2000	11.50	2.30	
						60.68	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61.

Costo de concreto por m³ empleando 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar como sustituto parcialmente del cemento.

CONCRETO ARMADO - f'c=210 kg/cm ² - SUSTITUYENDO PARCIALMENTE EL CEMENTO CON 8%							
Rendimiento	m ³ /DIA	MO. 40.0000	EQ.	Costo unitario directo por :		162.87	
				m ³			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.00	0.400	20.07	8.03	
0101010004	OFICIAL	hh	2.00	0.400	16.47	6.59	
0101010005	PEON	hh	5.00	1.000	14.81	14.81	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.00	0.400	19.50	7.80	
						37.23	
Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0.1500	12.00	1.80	
02070200010002	ARENA GRUESA	m ³		0.2900	41.00	11.89	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0860	18.86	1.62	
0207010011	PIEDRA CHANCHADA DE 1"	m ³		0.3900	120.00	46.80	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m ³		0.1900	15.00	2.85	
	CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	m ³		0.0240	2.00	0.05	
						64.96	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		1.1169	37.23	41.58	
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	día	1.20	0.2400	70.00	16.80	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.00	0.2000	11.50	2.30	
						60.68	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62.

Costo de concreto por m3 empleando 12% de ceniza de bagazo de caña de azúcar como sustituto parcialmente del cemento.

CONCRETO ARMADO - f'c=210 kg/cm2 - SUSTITUYENDO PARCIALMENTE EL CEMENTO CON 12%							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 40.0000	EQ.	Costo unitario directo por :		162.57	
				m3			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.00	0.400	20.07	8.03	
0101010004	OFICIAL	hh	2.00	0.400	16.47	6.59	
0101010005	PEON	hh	5.00	1.000	14.81	14.81	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.00	0.400	19.50	7.80	
						37.23	
Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0.1500	12.00	1.80	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.2900	41.00	11.89	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0700	18.86	1.32	
0207010011	PIEDRA CHANCHADA DE 1"	m3		0.3900	120.00	46.80	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1900	15.00	2.85	
	CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	m3		0.0360	2.00	0.07	
						64.66	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		1.1169	37.23	41.58	
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	dia	1.20	0.2400	70.00	16.80	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.00	0.2000	11.50	2.30	
						60.68	

Fuente: Elaboración propia.

IV. DISCUSIÓN

Al finalizar la investigación realizada se concuerda con algunos estudios acerca de la reacción del concreto a ensayos de resistencia adicionando porcentajes de ceniza.

Los resultados alcanzados tienen una semejanza a los de Jiménez (2016) que concluye, que al adicionar la ceniza en distintos porcentajes a la probeta patrón en el diseño de mezcla de concreto a las diferentes edades del concreto se visualiza un incremento lento de la resistencia a la compresión del concreto. Chávez (2013) evaluó el reemplazo de la ceniza en el concreto, verificando que no altera las propiedades tanto en un estado fresco como endurecido, sin embargo, observo un aumento de la resistencia en un 3%, lo que coincide con los resultados de esta investigación al no alterar sus propiedades como el slump, la trabajabilidad y el fraguado.

Sin embargo, los resultados del estudio de esta presente investigación fueron diferentes a los resultados de Rodríguez (2016) obteniendo como resultado el adicionar CBCA al diseño de mezcla del concreto, la resistencia a compresión a la edad de 28 días no es la óptima pero a edades mayores si obtiene una gran resistencia; Alvarado, Andrade y Hernández (2016) determinaron que la trabajabilidad del concreto disminuye cuando se aumenta el porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar, no se observa un adecuado asentamiento en la mezcla del concreto por tal motivo se tiene que agregar mayor cantidad de agua en el diseño de mezcla del concreto para llegar a una solidez ideal. Los resultados del presente estudio fueron diferentes a los estudios descritos anteriormente ya que la resistencia a compresión aumento al añadir la ceniza en las diferentes edades del concreto y tanto la trabajabilidad como el asentamiento de la mezcla fue la óptima y trabajada con normalidad.

V. CONCLUSIONES

En esta investigación se realizó el diseño de mezcla para el concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo porcentajes de 4%, 8% y 12% en relación al cemento con ceniza, se llegó a las siguientes conclusiones.

- Se analizó los resultados realizados a los testigos de concreto, a los 28 días en 275 kg/cm^2 , 280 kg/cm^2 (8%) y 286 kg/cm^2 al sustituir parcialmente el cemento por ceniza de bagazo de caña en 4, 8 y 12%. La mezcla de concreto con mayor porcentaje de ceniza logra una mayor resistencia a la compresión a comparación del 4% y 8%.
- La ceniza del bagazo influye en el diseño de mezcla ya que se logra obtener resultados óptimos al sustituir parcialmente el cemento por ceniza del bagazo de caña, debido a que el concreto que contiene mayor porcentaje de ceniza obtuvo la mayor resistencia.
- Se concluyó que, sustituyendo parcialmente el cemento con ceniza en el concreto, se logra un incremento de resistencia en 5.34% adicionando 4%, 8% y 12% de ceniza respectivamente.
- Se concluye que la propiedad mecánica del concreto con ceniza del bagazo de caña presenta un ligero aumento del slump al ir incrementando el porcentaje de ceniza, esto se debe a que la ceniza de bagazo de caña de azúcar es un material impermeable; en el diseño de mezcla se alcanzó un slump de 1" a 3" que es apto para un concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios modificando los parámetros de tiempo de curado mayores a los 28 días (60, 90 y 120 días) para evaluar las variaciones a la resistencia a compresión.
- Evaluar otras propiedades del concreto como la resistencia a la flexión, abrasión o ataques de sulfato para analizar si es factible el uso de la ceniza en reemplazo del cemento.
- Realizar el curado de las probetas con una temperatura oscilante entre 10°C y 30°C para así favorecer este procedimiento al avance de las propiedades del concreto.
- Contar con los medios más apropiados en medio del proceso de quema del bagazo de la caña, como así también la utilización de los equipos de protección personal, como lo son los guantes, lentes, mascarillas, para no respirar en menor medida el polvo y humo generado de la quema que es perjudicial para el bienestar.
- Se recomienda realizar el estudio con porcentajes distintos de ceniza utilizados en esta investigación, con el fin de observar cómo varían las propiedades mecánicas del concreto, si estas mejoran o las empeora.

REFERENCIAS

- Abanto, F. (1996). Tecnología del concreto. Lima, Perú: San Marcos.
- Alvarado, J., Andrade, J., y Hernández, H. (2014). Estudio del empleo de cenizas producidas en ingenios azucareros como sustituto parcial del cemento portland en el diseño de mezclas de concreto (tesis de grado). Universidad del Salvador, San Miguel, El Salvador.
- Benites Sono, J. C., Carrasco Villarreal, A. A., Pérez Pérez, B. A., Reinoso Rojas, V. A., Sánchez Salazar, O., & Uriarte Carrasco, L. (03 de Octubre de 2005). Las Puzolanas y su aplicación en la ingeniería civil. Recuperado el 08 de junio de 2018, de Las Puzolanas y su aplicación en la ingeniería civil: <http://www.scribd.com/doc/59565840/PUZOLANAS#scribd>
- Chávez, C. (2017). Empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración del concreto hidráulico (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Chipana Castro, J. (09 de septiembre de 2014). Proceso de obtención del yeso, cal, cemento y puzolanas. Recuperado el 10 de junio de 2018, de SlideShare: <http://www.slideshare.net/jacsonchipanacastro/procesos-de-obtencion-del-yeso-calcemento-y-puzolanas>
- Criado, M. (2007). “Nuevos materiales cementantes basados en la activación alcalina de cenizas volantes caracterización de gel N-A-S-H en función del contenido de sílice soluble: efecto del Na_2SO_4 ”. Universidad Autónoma de Madrid – España. Revisado el 15 de junio del 2018, de <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/06CAPITULO2.pdf?sequence>
- Diaz, P. (2015). Concreto reforzado con fibra natural de origen animal (Plumas de aves). Rev. Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación. 3(2), 92-95.
- Espinoza, M, (2015). Comportamiento mecánico el concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. Tesis de pregrado publicada. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- García, A; Onofre, E; Lois, J; Torres, A; Domínguez, M. (2015). Modificación del sistema concreto-acero de refuerzo mediante la adición de fibras de bagazo de caña de azúcar para facilitar u protección anticorrosiva.

- Hernández U. (2012) “Comportamiento Mecánico y físico del Mortero a Base de CBCA como Árido en el Aplanado de Muros”. Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Veracruzana. 2012. Revisado el 14 de junio del 2018 <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30602/1/HdzJaen.pdf>
- Jiménez, G. (2016). 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, UPNC 2016 (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Juárez Quevedo, B. M. (agosto de 2012). La utilización de cáscara de arroz bajo el proceso de calcinación controlada como puzolana artificial en el diseño de morteros para acabados. Guatemala. Recuperado el 07 de junio de 2018, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3424_C.pdf
- La Torre, Antonio. La investigación-acción, conocer y cambiar la práctica educativa. 4^a. ed. España: Editorial Graó, 2007. 138p.
- Lorca A. (2014). “Efecto de la adición de hidróxido cálcico sobre mezclas con alta sustitución de cemento por ceniza volante”. Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil. Universidad Politécnica de Valencia. Tesis Doctoral. Valencia – España. Revisado el 15 de Junio del 2018, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/39340/Lorca%20%20EFECTO%20DE%20LA%20ADICI%C3%93N%20DE%20HIDR%C3%93XIDO%20C%C3%81LCICO%20SOBRE%20MEZCLAS%20CON%20ALTA%20SUSTITUCI%C3%93N%20DE%20CEMENTO%20P....pdf?sequence=1>
- Paricaguan, B., Albano, C. y Torres, R. (2015). Contribución al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en construcción. Tesis de posgrado publicada, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
- Patazca, P. & Tafur, J. (2013). Evaluación comparativa de la resistencia a compresión ya flexión del concreto convencional, concreto Con fibra de acero Sikafiber Cho80/60 NB, y concreto con fibra sintética Sikafiber Forcé PP/PE-700/55. Tesis de pregrado publicada. Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú.
- Reyes, U. (2008). Concreto reforzado con fibra de bagazo de caña. Tesis de pregrado publicada. Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Rodríguez, J. (2014). Ceniza de bagazo de caña: efecto puzolánico en morteros de cemento (tesis de posgrado). Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.

- Rojas, H. (2009). Concreto reforzado con fibra natural de origen animal (plumas de aves). Tesis de pregrado publicada. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Salazar A. (2011). “Actividad Puzolánica”. Revisado el 15 de junio del 2018, de <http://www.ecoingenieria.org/docs/Puzolanas.pdf>
- Sánchez de Guzmán, D. (2001). Tecnología del concreto y del mortero (Quinta ed.). Santa fé de Bogotá: Bhandar Editores Ltda.
- Tian, H. y Zhang, Y. (2016). The influence of bagasse fibre and fly ash on the long-term properties of green cementitious composites. *Construction and Building Materials*, 111, 237-250.
- Vela, L. y Yovera, R. (2016). Evaluación de las Propiedades Mecánicas del Concreto Adicionado con Fibra de Estopa de Coco. Universidad Señor de Sipán, Chiclayo.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Tabla 63.

Matriz de consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
General	General	General			
¿Cómo influye el empleo de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$?	Analizar el comportamiento en la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ empleando la ceniza de bagazo de caña de azúcar	El empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar incrementa la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Variables 1 Ceniza de bagazo de caña de azúcar	Diseño de mezcla	210 kg/cm^2
				Ceniza	4%, 8% y 12%
				Propiedades mecánicas del concreto	Resistencia a la compresión
				Rotura de probetas cilíndricas	7 días 14 días 28 días $f_c = F/A$
			Variables 2 Resistencia a la compresión del concreto	Prueba de resistencia a la compresión	f_c : Resistencia a la compresión F: Carga máxima aplicada A: Área
¿En qué medida influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el diseño de mezcla para lograr la resistencia a la compresión $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$?	Explicar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el diseño de mezcla para lograr la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	En el diseño de mezcla con distintos porcentajes de 4%, 8% y 12% de ceniza aumentará la resistencia a la compresión de un concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$			
¿De qué manera la ceniza favorece en la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$?	Explicar si la ceniza de bagazo de caña de azúcar es aplicable para mejorar la resistencia a la compresión del concreto de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	El empleo de ceniza de bagazo de caña de azúcar aumentará la resistencia a la compresión del concreto de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$			
¿Cómo influye las propiedades mecánicas empleando la ceniza de bagazo de caña de azúcar para la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$?	Explicar cómo influye las propiedades mecánicas empleando la ceniza de bagazo de caña de azúcar para la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	La aplicación de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas aumentará la resistencia a la compresión del concreto de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2: Evidencia de recolección de datos



Figura 21. Compra de agregados.



Figura 22. Agregado grueso y agregado fino.



Figura 23. Tamizado del agregado grueso.



Figura 24. Peso específico del agregado grueso.



Figura 25. Peso específico del agregado fino.

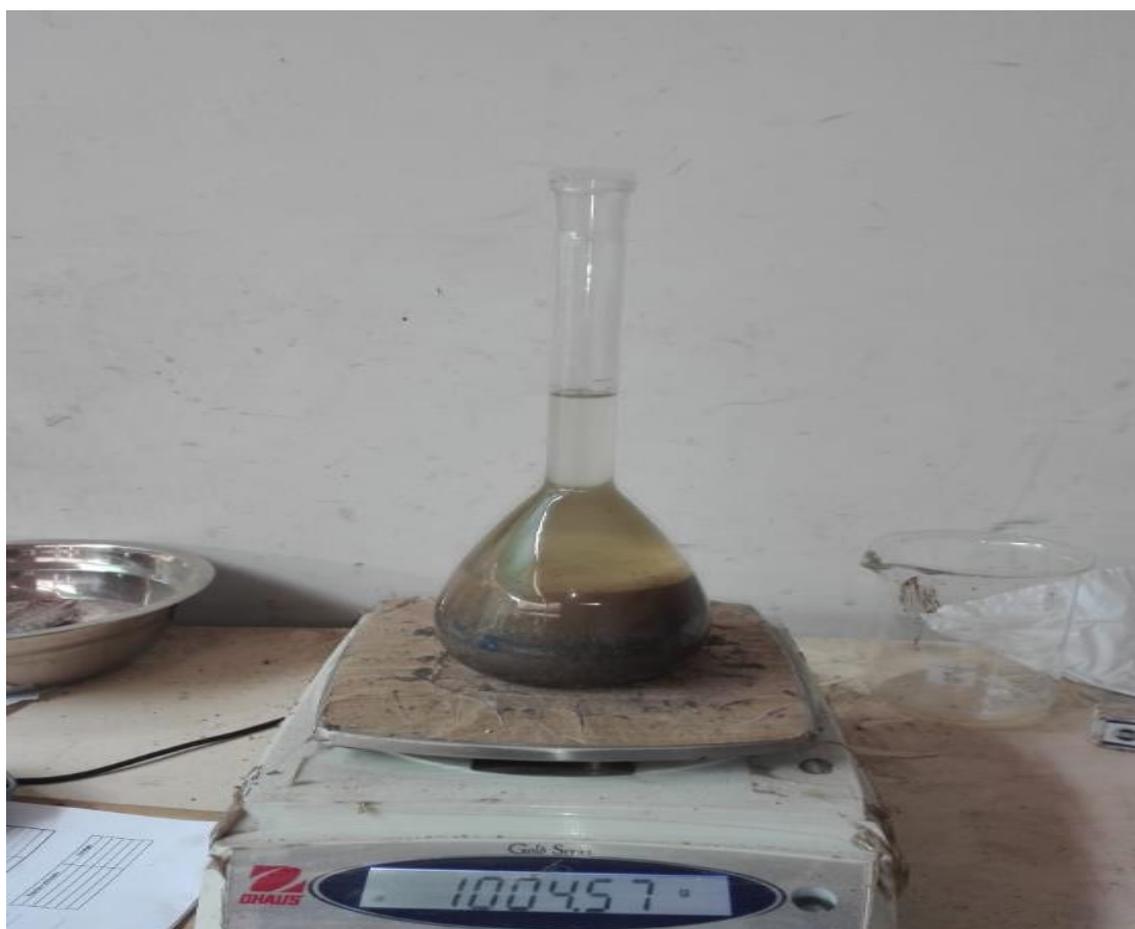


Figura 26. Peso específico del agregado fino.



Figura 27. Compra de la caña de azúcar.



Figura 28. Secado de bagazo de caña de azúcar.



Figura 29. Secado de bagazo de caña de azúcar.



Figura 30. Secado de bagazo de caña de azúcar para la quema.



Figura 31. Quema del bagazo de caña de azúcar.



Figura 32. Tamizado de la ceniza de bagazo de caña de azúcar.



Figura 33. Granulometría de la ceniza de bagazo de caña de azúcar.



Figura 34. Peso específico de la ceniza de bagazo de caña de azúcar.



Figura 35. Piedra chancada – arena gruesa – cemento - ceniza.



Figura 36. Mezcla de los materiales.



Figura 37. Lavado de probetas metálicas.



Figura 38. Vaciado en cono de Abrams.



Figura 39. Determinación de la prueba de consistencia (slump).



Figura 40. Asentamiento de la mezcla.



Figura 41. Vaciado de mezcla.



Figura 41. Vaciado de probetas patrón.



Figura 42. Vaciado de probetas patrón y con ceniza.



Figura 43. Probetas patrón secas.



Figura 44. Retiro de molde de probeta.



Figura 45. Curado de probetas de concreto.



Figura 46. Muestras en laboratorio para prueba a la compresión del concreto.



Figura 47. Muestras patrón y con ceniza para la rotura de probeta.



Figura 48. Probeta con porcentaje de ceniza.



Figura 49. Recolección de datos de la muestra de concreto.



Figura 50. Ensayo a la resistencia a la compresión.



Figura 51. Ensayo a la resistencia a la compresión.



Figura 52. Ensayo a la resistencia a la compresión.

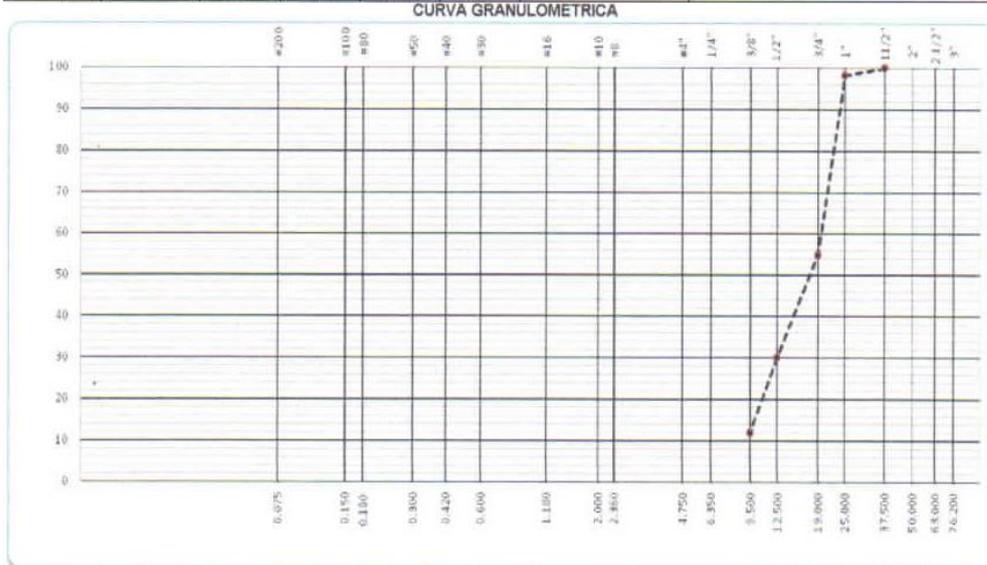


Figura 53. Resultado de ensayo a la resistencia a la compresión

Anexo 3: Validación de instrumentos

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-Ag
	I-001-2018-SI-AT-Tesis-Agregado		Versión:	V-01
			Fecha:	18/10/2018
Asunto	Tema de tesis "Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión de concreto empleando la ceniza del bagaso de caña de azúcar"			
Solicitante	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	
Responsable de asesoría	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	Especialidad: Ingeniería Civil	
Fecha emisión informe	18/10/2018			
Identificación	Cantera "Jicamarca"			
Descripción	Grava triturada			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP 400.012)				

TAMIZ	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM	mm	Retenido	Retenido	Acumul.	Pasante	
2"	50.800					Peso húmedo 4295.00 g Peso seco 4273.00 g
1 1/2"	37.500				100.0	
1"	25.000	77	1.8	1.8	98.2	Contenido de humedad 0.5 %
3/4"	19.000	1853.0	43.4	45.2	54.8	
1/2"	12.500	1056.0	24.8	69.9	30.1	Observaciones
3/8"	9.500	770.0	18.0	87.9	12.1	
1/4"	6.350					
# 4	4.750	359.0	8.4	96.3	3.7	
# 8	2.360					
# 10	2.000					
# 16	1.180					
# 20	0.840					
# 30	0.600					
# 40	0.425					
# 50	0.300					
# 60	0.250					
# 100	0.150					
# 200	0.075					
>200		156.0	3.7	100.0	0.0	




Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.





INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS

I-001-2018-SI-AT-Tesis-Agregado

Código:	SI-AT-Ag
Versión:	V-01
Fecha:	18/10/2018

Asunto : Tema de tesis "Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión de concreto empleando la ceniza del bagazo de caña de azúcar"
Solicitante : Haysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching **Institución:** Universidad Cesar Vallejo **Especialidad:** Ingeniería Civil
Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay **Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto**
Fecha emisión informe : 18/10/2018

Identificación : Cantera "Jicamarca"
Descripción : Grava triturada

INFORME DE ENSAYO HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (NTP 339.185)

MUESTRA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso muestra natural	1007.0	1021.0	905.0			
Peso muestra seca	1002.0	1017.0	900.0			
Agua Contenida (g)	5.0	4.0	5.0			
% de Humedad natural	0.5	0.4	0.6			

PROMEDIO	0.5 %
-----------------	--------------

Observaciones :

Determinada en el laboratorio despues de la entrega de la muestra.

Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS	Código:	SI-AT-Ag
	I-001-2018-SI-AT-Tesis-Agregado	Versión:	V-01
		Fecha:	18/10/2018

Asunto	:	Tema de tesis "Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión de concreto empleando la ceniza del bagazo de caña de azúcar"	
Solicitante	:	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching	Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable de asesoría	:	Miguel Ángel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión informe	:	18/10/2018	

Identificación	:	Cantera "Jicamarca"
Descripción	:	Grava triturada

INFORME DE ENSAYO PESOS UNITARIOS (NTP 400.017)

PESO UNITARIO SUELTO						
MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat. + Molde (g)	17502.0	17513.0	17517.0		
B	Peso Molde (g)	4141.0	4141.0	4141.0		
C	Peso de Material (g)	13361	13372	13376		
D	Volumen del Molde (cc)	9308.3	9308.3	9308.3		
E	Peso Unitario (kg/m ³)	1435.4	1436.6	1437.0		

PROMEDIO	1436.3 kg/m³
-----------------	--------------------------------

PESO UNITARIO COMPACTADO						
MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat. + Molde (g)	18104.0	18117.0	18098.0		
B	Peso Molde (g)	4141	4141	4141		
C	Peso de Material (g)	13963	13976	13957		
D	Volumen del Molde (cc)	9308.3	9308.3	9308.3		
E	Peso Unitario Variado (kg/m ³)	1500.1	1501.5	1499.4		

PROMEDIO	1500.3 kg/m³
-----------------	--------------------------------

Observaciones:


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-001-2018-SI-AT-Tesis-Agregado	Código:	SI-AT-Ag
		Versión:	V-01
		Fecha:	18/10/2018

Asunto	:	Tema de tesis "Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión de concreto empleando la ceniza del bagaso de caña de azúcar"	
Solicitante	:	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching	Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
Fecha emisión informe	:	18/10/2018	

Identificación	:	Cantera "Jicamarca"
Descripción	:	Grava triturada

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (NTP 400.021)

AGREGADO GRUESO						
MUESTRA		1	2	3	4	PROMEDIO
A	Peso del mat. sat. superf. seco (en el aire) (g)	1003.0	1005.0			
B	Peso del mat. sat. superf. seco (en el agua) (g)	637	638			
C	Vol. de masa + Vol. de vacíos (cc)	368.00	367.00			
D	Peso del material seco en el horno (105°C) (g)	997.00	999.0			
E	Vol. de masa (g)	360.00	361.0			
F	Peso específico bulk (base seca) (g/cc)	2.724	2.722			2.723
G	Peso específico bulk (base saturada) (g/cc)	2.740	2.738			2.739
H	Peso específico aparente (base seca) (g/cc)	2.769	2.767			2.768
I	% de absorción	0.6	0.6			0.6


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

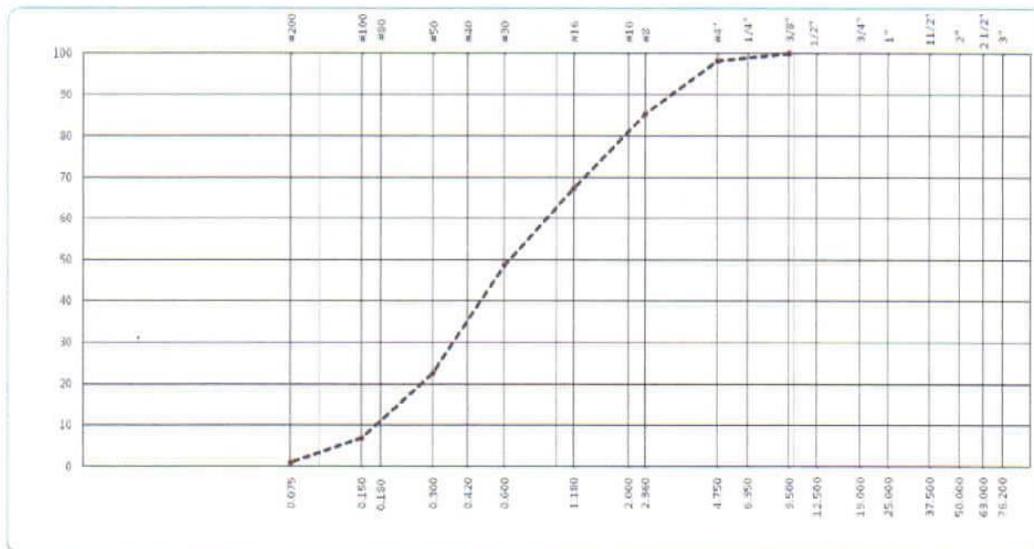

Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-Ag
	I-001-2018-SI-AT-Tesis-Agregado		Versión:	V-01
			Fecha:	18/10/2018
Asunto	Tema de tesis "Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión de concreto empleando la ceniza del bagaso de caña de azúcar"			
Solicitante	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable de asesoría	Miguel Ángel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	18/10/2018			
Identificación	Cantera "Cieneguilla"			
Descripción	Arena gruesa			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP 400.012)				

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenido	PORCENTAJE			DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumul.	Pasante	
2"	76.200					Peso húmedo 801.00 g Peso seco 785.06 g
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					Contenido de humedad 2.0 %
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					Observaciones
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
1/4"	6.250					
# 4	4.750	14.00	1.78	1.78	98.22	
# 8	2.380	100.42	12.79	14.57	85.43	
# 10	2.000					
# 16	1.180	141.01	18.08	32.65	67.35	
# 20	0.840					
# 30	0.600	146.99	18.72	51.37	48.63	
# 40	0.420					
# 50	0.300	203.51	25.92	77.30	22.70	
# 60	0.250					
# 100	0.150	123.55	15.74	93.03	6.97	
# 200	0.075	47.00	5.99	99.02	0.98	
>200		7.68	0.98	100.00	0.00	

CURVA GRANULOMETRICA




 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-001-2018-SI-AT-Tesis-Agregado	Código:	SI-AT-Ag
		Versión:	V-01
		Fecha:	18/10/2018

Asunto	Tema de tesis "Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión de concreto empleando la ceniza del bagazo de caña de azúcar"		
Solicitante	Heyser Mendoza Romero y Jean Franko Aching	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe	18/10/2018		Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

Identificación	: Cantera "Cieneguilla"
Descripción	: Arena gruesa

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (NTP 400.022)

AGREGADO FINO						
MUESTRA		1	2	3	4	PROMEDIO
A	Peso del mat. sat. superf. Seco (en el aire) (g)	500.00	500.00			
B	Peso fiola calibrada con agua (g)	691.70	691.70			
C	Peso fiola con agua + peso del mat. s.s.s. (g)	1191.70	1191.70			
D	Peso del mat. + peso fiola + H ₂ O (g)	1004.60	1004.35			
E	Vol. de masa + vol. de vacíos (cc)	187.10	187.35			
F	Peso mat. seco en el horno (105°C) (g)	493.62	494.30			
G	Vol. de masa (g)	180.62	181.65			
H	Peso específico bulk (base seca) (g/cc)	2.638	2.638			2.638
I	Peso específico bulk (base saturada) (g/cc)	2.672	2.669			2.671
J	Peso específico aparente (base seca) (g/cc)	2.732	2.721			2.727
K	% de absorción	1.3	1.2			1.2

Observaciones:


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-Ag			
	I-001-2018-SI-AT-Tesis-Agregado		Versión:	V-01			
			Fecha:	18/10/2018			
Asunto	Tema de tesis "Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión de concreto empleando la ceniza del bagazo de caña de azúcar"						
Solicitante	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil			
Responsable de asesoría	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto					
Fecha emisión informe	18/10/2018						
Identificación	: Cantera "Cieneguilla"						
Descripción	: Arena gruesa						
INFORME DE ENSAYO PESOS UNITARIOS (NTP 400.017)							
PESO UNITARIO SUELTO							
	MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat + Molde (g)		6150.0	6139.0	6160.0		
B	Peso Molde (g)		1824.0	1824.0	1824.0		
C	Peso de Material (g)		4326	4315	4336		
D	Volumen del Molde (cc)		2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario (kg/m3)		1538	1534	1542		

PROMEDIO	1538 kg/m3
-----------------	-------------------

PESO UNITARIO COMPACTADO							
	MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat + Molde (g)		6648.0	6637.0	6654.0		
B	Peso Molde (g)		1824	1824	1824		
C	Peso de Material (g)		4824	4813	4830		
D	Volumen del Molde (cc)		2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario Varillado (kg/m3)		1715	1711	1717		

PROMEDIO	1715 kg/m3
-----------------	-------------------

Observaciones:

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-Ag			
	I-001-2018-SI-AT-Tesis-Agregado		Versión:	V-01			
			Fecha:	18/10/2018			
Asunto	Tema de tesis "Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión de concreto empleando la ceniza del bagazo de caña de azúcar"						
Solicitante	Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil			
Responsable de asesoría	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto					
Fecha emisión informe	18/10/2018						
Identificación	: Cantera "Cieneguilla"						
Descripción	: Arena gruesa						
INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (NTP 400.022)							
AGREGADO FINO							
	MUESTRA		1	2	3	4	PROMEDIO
A	Peso del mat. sat. superf. Seco (en el aire) (g)		500.00	500.00			
B	Peso flota calibrado con agua (g)		991.70	991.70			
C	Peso flota con agua + peso del mat. s.s.s. (g)		1191.70	1191.70			
D	Peso del mat. + peso flota + H2O (g)		1004.60	1004.35			
E	Vol. de masa + vol. de vacíos (cc)		187.10	187.35			
F	Peso mat. seco en el horno (105°C) (g)		493.52	494.30			
G	Vol. de masa (g)		180.62	181.66			
H	Peso específico bulk (base seca) (g./cc)		2.656	2.638			2.638
I	Peso específico bulk (base saturada) (g./cc)		2.672	2.669			2.671
J	Peso específico aparente (base seca) (g./cc)		2.732	2.721			2.727
K	% de absorción		1.3	1.2			1.2

Observaciones:

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-001-2018-SI-AT-Tesis-Agregado			Código:	SI-AT-Ag	
				Versión:	V-01	
				Fecha:	18/10/2018	
Asunto : Tema de tesis "Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión de concreto empleando la ceniza del bagazo de caña de azúcar" Solicitante : Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Altaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión Informe : 18/10/2018						
Identificación : Cantera "Cieneguilla" Descripción : Arena gruesa						
INFORME DE ENSAYO HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (NTP 339.185)						
MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso muestra natural	236.1	333.0	223.7			
Peso muestra seca	231.5	326.0	219.4			
Agua Contenida (g)	4.6	7.0	4.3			
% de Humedad natural	2.0	2.1	2.0			

PROMEDIO	2.0 %
-----------------	--------------

Observaciones :

Determinada en el laboratorio despues de la entrega de la muestra.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-001-2018-SI-AT-Tesis-Agregado			Código:	SI-AT-Ag	
				Versión:	V-01	
				Fecha:	18/10/2018	
Asunto : Tema de tesis "Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión de concreto empleando la ceniza del bagazo de caña de azúcar" Solicitante : Heysser Mendoza Romero y Jean Franko Aching Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Altaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión Informe : 18/10/2018						
Identificación : Cantera "Cieneguilla" Descripción : Arena gruesa						
INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (NTP 400.022)						
AGREGADO FINO						
MUESTRA	1	2	3	4	PROMEDIO	
A Peso del mat. sat. superf. Seco (en el aire) (g)	500.00	500.00				
B Peso flota calibrada con agua (g)	691.70	691.70				
C Peso flota con agua + peso del mat. s.s.s. (g)	1191.70	1191.70				
D Peso del mat. + peso flota + H2O (g)	1004.60	1004.35				
E Vol. de masa + vol. de vacíos (cc)	187.10	187.35				
F Peso mat. seco en el horno (105°C) (g)	493.52	494.30				
G Vol. de masa (g)	180.62	181.65				
H Peso específico bulk (base seca) (g./cc)	2.636	2.638			2.638	
I Peso específico bulk (base saturada) (g./cc)	2.672	2.669			2.671	
J Peso específico aparente (base seca) (g./cc)	2.732	2.721			2.727	
K % de absorción	1.3	1.2			1.2	

Observaciones:



Certificado N°01502-18_RQT

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Obra : DISEÑO DE CONCRETO /CENIZA F' C 210 Kg/CM²
Ubicación : AV.DEL PARQUE - URB.CANTO REY - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Solicitado : HEYSER MENDOZA ROMERO
Fecha : 10/11/2018

EN 2 PROBETA (S) DE CONCRETO
CON RESISTENCIA DE 210 Kg/CM²

Procedencia	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad días	Diámetro Cm	Area Cm ²	Carga Kg.	Resistencia Kg/CM ²
VACEADO CON CONCRETO MEZCLADO							
Testigo Patron	03-11-18	10-11-18	7	10.0	78.54	15237	194
	03-11-18	10-11-18	7	10.0	80.12	15223	190

Observaciones:
Muestras tomadas y curadas por el solicitante y enviadas a nuestro Laboratorio para ensayos

Tecn. Resp. Julio Torres
MRL Nº 00188 -18
L.G.F



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRERO RIVERA SOT
INGENIERO CIVIL
REG. CIP Nº 28872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga

Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879

E-mail: administracion@geos-asociados.com • nhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva el Rey



Certificado N°01504-18 RQT

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Obra : DISEÑO DE CONCRETO (CENIZA F' C 210 Kg/Cm²)
Ubicación : AV. DEL PARQUE - URB. CANTO REY - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Solicitado : HEYSER MENDOZA ROMERO
Fecha : 10/11/2018

EN 2 PRUEBA(S) DE CONCRETO
CON RESISTENCIA DE 210 Kg/Cm²

Procedencia	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad días	Diámetro Cm	Area Cm ²	Carga Kg.	Resistencia Kg/Cm ²
VACEADO CON CONCRETO MEZCLADO							
CCC - 4%	03-11-18	10-11-18	7	10.00	78.54	15708	200
	03-11-18	10-11-18	7	10.00	78.54	16022	204

Observaciones:
Muestras tomadas y curadas por el solicitante y enviadas a nuestro Laboratorio para ensayos

Téc. Resp. Julio Torres
MRL N° 00185 - 18
L.O.P.



GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.
WALTER BARRERA RIVERA SOT.
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 38992

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cat. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo pueda en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva el Rey



Certificado N°01505-18_ROT

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Obra : DISEÑO DE CONCRETO /CENIZA F'C 210 Kg/CM²
Ubicación : AV.DEL PARQUE - URB.CANTO REY - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Solicitado : HEYSER MENDOZA ROMERO
Fecha : 10/11/2018

En 3 PROBETA (S) DE CONCRETO
CON RESISTENCIA DE 210 Kg/CM²

Procedencia	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad días	Diámetro Cm	Area Cm ²	Carga Kg.	Resistencia Kg/CM ²
VACEADO CON CONCRETO MEZCLADO							
CCC - 8%	03-11-18	10-11-18	7	10.05	79.33	16263	206
	03-11-18	10-11-18	7	10.10	80.12	16506	206

Observaciones:

Muestras tomadas y curadas por el solicitante y enviadas a nuestro Laboratorio para ensayos

Técn. Resp. Julio Torres
MRL N° 00155 -18
L.G.F



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.
WALTER BARRERO COTCHEA SOTI
INGENIERO CIVIL
REG. O.P. N° 38572

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cel. Rafael Muñoz N° 398. Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva al Ray



Certificado N°01506-18 ROT

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Obra : DISEÑO DE CONCRETO (CENIZA F' C 210 Kg/CM²)
Ubicación : AV. DEL PARQUE - URB. CANTO REY - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Solicitado : HEYSER MENDOZA ROMERO
Fecha : 10/11/2018

EN 2 PROBETA(S) DE CONCRETO
CON RESISTENCIA DE 210 Kg/CM²

Procedencia	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad días	Diámetro Cm	Area Cm ²	Carga Kg.	Resistencia Kg/CM ²
VACEADO CON CONCRETO MEZCLADO							
CCC - 12%	03-11-18	10-11-18	7	10.0	78.54	16258	207
	03-11-18	10-11-18	7	10.0	78.54	16336	208

Observaciones:

Muestras tomadas y curadas por el solicitante y enviadas a nuestro Laboratorio para ensayos

Tecn. Resp. Julio Torres

MRL N° 00155 -18

L.O.F



GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.
WALTER BARRÉNCHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. O.P.N° 38872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga

Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPA: #949879

E-mail: administracion@geos-asociados.com • mrh@geos-asociados.com

OFICINA:

Caf. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva el Rey



GIEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

Nº 043613

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES. ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



Certificado N°01607-18_ROT

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Obra : DISEÑO DE CONCRETO /CENIZA F' C 210 Kg/Cm²
Ubicación : AV.DEL PARQUE - URB.CANTO REY - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Solicitado : HEYSER MENDOZA ROMERO
Fecha : 17/11/2018

EN 2 PRONTA (S) DE CONCRETO
CON RESISTENCIA DE 210 Kg/Cm²

Procedencia	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad días	Diámetro Cm	Area Cm ²	Carga Kg.	Resistencia Kg/Cm ²
VACEADO CON CONCRETO MEZCLADO							
Testigo Patron	03-11-18	17-11-18	14	10.00	78.54	17872	225
	03-11-18	17-11-18	14	10.00	78.54	18064	230

Observaciones:

Muestras tomadas y curadas por el solicitante y enviadas a nuestro Laboratorio para ensayos

Tecn. Resp. Julio Torres
MNL N° 00155-18
L.G.F



GIEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. C.P.N° 38872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga

Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879

E-mail: administracion@geos-asociados.com • nh@geos-asociados.com

OFICINA:

Col. Rafael Muñoz N° 396, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Ll. 19
Parrala 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Vivo Cristo, Vivo al Rey



Certificado N°01508-18 ROT

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Obra : DISEÑO DE CONCRETO (CENIZA F' C 210 Kg/Cm²)
Ubicación : AV. DEL PARQUE - URB. CANTO REY - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Solicitado : HEYSER MENDOZA ROMERO
Fecha : 17/11/2018

EN 2 PROBETA (S) DE CONCRETO
CON RESISTENCIA DE 210 Kg/Cm²

Procedencia	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad días	Diámetro Cm	Area Cm ²	Carga Kg.	Resistencia Kg/Cm ²
VACEADO CON CONCRETO MEZCLADO							
CCC - 4%	03-11-18	17-11-18	14	10.10	80.12	18748	234
	03-11-18	17-11-18	14	10.05	79.33	18601	237

Observaciones:

Muestras tomadas y curadas por el solicitante y enviadas a nuestro Laboratorio para ensayos

Téc. Resp. Julio Torres
MRL N° 00155 -18
L.G.F.



GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.
WALTER BARRERERA SOT.
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 38872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • mhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cof. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva el Rey

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.



Certificado N°01509-18 ROT

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Obra : DISEÑO DE CONCRETO (CENIZA F' C 210 Kg/Cm²)
Ubicación : AV. DEL PARQUE - URB. CANTO REY - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Solicitado : HEYSER MENDOZA ROMERO
Fecha : 17/11/2018

EN 2 PRUEBA(S) DE CONCRETO
CON RESISTENCIA DE 210 Kg/Cm²

Procedencia	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad días	Diámetro Cm	Area Cm ²	Carga Kg.	Resistencia Kg/Cm ²
VACEADO CON CONCRETO MEZCLADO							
CCC - 8%	03-11-18	17-11-18	14	10.05	80.12	19140	239
	03-11-18	17-11-18	14	10.10	80.12	19229	240

Observaciones:

Muestras tomadas y curadas por el solicitante y enviadas a nuestro Laboratorio para ensayos

Tecn. Resp. Julio Torres
MIL N° 00155 - 18
L.O.P.



GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.
WALTER BARRERA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 39873

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cel. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva el Rey



Certificado N°01510-18 RQT

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Obra : DISEÑO DE CONCRETO (CENIZA F C 210 Kg/Cm²)
Ubicación : AV. DEL PARQUE - URB. CANTO REY - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Solicitado : HEYSER MENDOZA ROMERO
Fecha : 17/11/2018

EN 2 PROBETA (S) DE CONCRETO
CON RESISTENCIA DE 210 Kg/Cm²

Procedencia	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad días	Diámetro Cm	Area Cm ²	Carga Kg.	Resistencia Kg/Cm ²
VACEADO CON CONCRETO MEZCLADO							
CCC - 12%	03-11-18	17-11-18	14	10.00	78.54	19264	248
	03-11-18	17-11-18	14	10.05	78.54	19007	242

Observaciones:

Muestras tomadas y curadas por el solicitante y enviadas a nuestro Laboratorio para ensayos

Téc. Resp. Julio Torres

MRL N° 00159 -18

L.O.F.



GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRERO MEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. O.P. N° 38872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga

Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879

E-mail: administracion@geos-asociados.com • mh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sectoy Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva el Rey



Certificado N°0151-18 RDT

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Obra : DISEÑO DE CONCRETO /CENIZA F' C 210 Kg/Cm²
Ubicación : AV.DEL PARQUE - URB.CANTO REY - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Solicitado : HEYSER MENDOZA RÓMERO
Fecha : 01/12/2018

EN 2 PROBETA(S) DE CONCRETO
CON RESISTENCIA DE 210 Kg/Cm²

Procedencia	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad días	Diámetro Cm	Area Cm ²	Carga Kg.	Resistencia Kg/Cm ²
VACEADO CON CONCRETO MEZCLADO							
Testigo Patron	03-11-18	01-12-18	28	10.05	79.33	21415	270
	03-11-18	01-12-18	28	10.10	80.12	21873	273

Observaciones:

Muestras tomadas y curadas por el solicitante y enviadas a nuestro Laboratorio para ensayos

Tec. Resp. Julio Torres
MRL N° 00155 -18
L.G.F.



GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.
WALTER BARRERO CHEA D.O.T.
INGENIERO CIVIL
REG. CP N° 38872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • mhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Mañoz N° 398, Urb. Ingenieros - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva el Rey



Certificado N°01812-18 ROT

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Obra : DISEÑO DE CONCRETO (CENIZA F' C 210 Kg/Cm²)
Ubicación : AV. DEL PARQUE - URB. CANTO REY - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Solicitado : HEYSER MENDOZA ROMERO
Fecha : 01/12/2018

EN 2 PRUEBA(S) DE CONCRETO
CON RESISTENCIA DE 210 Kg/Cm²

Procedencia	Fecha Vaciado	fecha Ensayo	Edad días	Diámetro Cm	Area Cm ²	Carga Kg.	Resistencia Kg/Cm ²
VACEADO CON CONCRETO MEZCLADO							
CCC - 4%	03-11-18	01-12-18	28	10.00	78.54	21677	278
	03-11-18	01-12-18	28	10.00	78.54	21520	274

Observaciones:

Muestras tomadas y curadas por el solicitante y enviadas a nuestro Laboratorio para ensayos

Téc. Resp. Julio Torres
MPL N° 30155-18
L.G.F.



GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.
WALTER BARRETECHEA BOTI
INGENIERO CIVIL
REG. CP N° 38572

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPA: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • mhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Vivo Cristo, Vivo el Rey



Certificado N°01613-18_ROT

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Obra : DISEÑO DE CONCRETO (CENIZA F' C 210 Kg/CM²)
Ubicación : AV.DEL PARQUE - URB.CANTO REY - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Solicitado : HEYSER MENDOZA ROMERO
Fecha : 01/12/2018

EN 2 PROBETA (S) DE CONCRETO
CON RESISTENCIA DE 210 Kg/CM²

Procedencia	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad días	Diámetro Cm	Area Cm ²	Carga Kg.	Resistencia Kg/CM ²
VACEADO CON CONCRETO MEZCLADO							
CCC - 8%	09-11-18	01-12-18	28	10.06	79.33	22133	279
	09-11-18	01-12-18	28	10.10	80.12	22514	281

Observaciones:

Muestras tomadas y curadas por el solicitante y enviadas a nuestro Laboratorio para ensayos

Tecn. Resp. Julio Torres
MRL N° 00155 -18
I.G.F.



GIEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRIENTE HEA ROT
INGENIERO CIVIL
REG. CP N° 38872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga

Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879

E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 388. Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva al Rey



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



Certificado N°01514-18 ROT

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Obra : DISEÑO DE CONCRETO /CENIZA F' C 210 Kg/Cm²
Ubicación : AV. DEL PARQUE - URB. CANTO REY - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Solicitado : HEYSER MENDOZA ROMERO
Fecha : 01/12/2018

EN 2 PRUEBA (S) DE CONCRETO
CON RESISTENCIA DE 210 Kg/Cm²

Procedencia	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad días	Diámetro Cm	Area Cm ²	Carga Kg.	Resistencia Kg/Cm ²
VACEADO CON CONCRETO MEZCLADO							
CCC - 12%	03-11-18	01-12-18	28	10.00	78.54	22620	288
	03-11-18	01-12-18	28	10.10	80.12	22754	284

Observaciones:

Muestras tomadas y curadas por el solicitante y enviadas a nuestro Laboratorio para ensayos

Tecn. Resp. Julia Torres

MRL N° 00155 -18

L.O.P.



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRERA CHEA SOT
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 38872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dias los Bendigo

Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879

E-mail: administracion@geos-asociados.com • rhf@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 388. Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva el Rey



Declaratoria de Autenticidad de los Autores

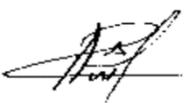
Nosotros, Mendoza Romero, Heysser Antonio y Aching Rodríguez, Jean Franko, egresados de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo (Lima Este), declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada:

“Análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ empleando la ceniza de bagazo de caña de azúcar”, es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis: v

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 19 de julio del 2019,

Apellidos y Nombres: Mendoza Romero, Heysser Antonio	
DNI: 47031817	Firma 
ORCID: 0000-0003-4119-5580	
Apellidos y Nombres: Aching Rodríguez, Jean Franko	
DNI: 70309831	Firma 
ORCID: 0000-0002-3962-0923	