

# FACULTAD DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

Carrera de Ingeniería Civil

“INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA DE CONCHAS DE ABANICO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN BLOQUES DE CONCRETO ESTRUCTURAL, LIMA 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Israel Jamin Santivañez Tomas

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Lima - Perú

2021

## DEDICATORIA

A mis padres: Armida y Ramón

## AGRADECIMIENTO

A mis padres por la entrega de su valioso tiempo.  
Al ing. Miguel Santivañez por motivarme a empezar esta carrera.  
Al ing. Alberto Vásquez por asesorarme en esta ultima etapa de la  
carrera.

Al ing. Gian Piero Cuneo por facilitarme las instalaciones  
necesarios para esta tesis.

A mis tios, amigos y demás familiares, en especial: Astrid Barzola.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>x</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad problemática .....	1
1.1.1. Antecedentes Internacionales .....	3
1.1.2. Antecedentes Nacionales.....	4
1.2. Marco Teórico.....	7
1.2.1. Bloque de concreto .....	7
1.2.2. Componentes del bloque de concreto.....	8
1.2.3. Requisitos para bloques de concreto estructural .....	8
1.2.4. Area bruta .....	10
1.2.5. Área neta.....	10
1.2.6. Tecnología del concreto vibrado. ....	10
1.2.7. El curado del bloque del concreto .....	12
1.2.8. Cascarilla de arroz .....	12
1.2.9. Ceniza de cascarilla de arroz .....	13
1.2.10. Sílice .....	13
1.2.11. Amorficidad de la ceniza de cascarilla de arroz.....	14
1.2.12. Conchas de abanico .....	14
1.2.13. Definición de términos .....	16
1.2.14. Diseño de mezclas de concreto ACI 211 .....	16
1.2.15. Parámetros básicos en el comportamiento del concreto.....	16
1.2.16. Costo beneficio.....	17
1.3. Formulación del problema .....	17
1.4. Justificación .....	18

1.5.	Objetivos .....	18
1.5.1.	Objetivo general .....	18
1.5.2.	Objetivos específicos .....	18
1.6.	Hipótesis .....	19
1.6.1.	Hipótesis general .....	19
1.6.2.	Hipótesis específicas.....	19
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA .....</b>		<b>20</b>
2.1.	Tipo de investigacion.....	20
2.1.1.	Diseño de investigación.....	20
2.1.2.	Unidad de estudio .....	20
2.2.	Población y Muestra .....	21
2.2.1.	Poblacion .....	21
2.2.2.	Muestra .....	21
2.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de datos .....	22
2.3.1.	Técnica de recolección de datos .....	22
2.3.2.	Instrumento de recolección de datos .....	22
2.3.3.	Análisis de datos.....	25
2.4.	Aspectos éticos .....	26
2.5.	Procedimientos.....	26
2.5.1.	Caracterización física de agregados .....	27
2.5.2.	Obtención de la ceniza de cascarilla de arroz.....	33
2.5.3.	Obtención de ceniza de conchas de abanico.....	34
2.5.4.	Diseño de mezcla para diseño por resistencia (ACI 211.1).....	35
2.5.5.	Ensayos en el concreto .....	42
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS.....</b>		<b>44</b>
3.1.	Caracterización de los agregados y de las adiciones .....	44
3.2.	Diseño de mezcla por el método ACI 211.1 .....	44
3.3.	Asentamiento .....	45
3.4.	Resistencia a la compresión de bloques de concreto sin adicionar ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico.....	46
3.5.	Resistencia a la compresión de bloques de concreto con la adición de ceniza de conchas de abanico al 8% de sustitución del peso del cemento por metro cúbico. ....	46
3.6.	Resistencia a la compresión de bloques de concreto con la adición de ceniza de cascarilla de arroz al 8% de sustitución del peso del cemento por metro cúbico.....	47
3.6.1.	Comparación de resistencias del grupo de control con las adiciones.....	47

3.7. Costo beneficio de los materiales utilizados.....	48
3.8. Estadística descriptiva de los resultados .....	49
3.8.1. Grupo de control.....	50
3.8.2. Grupo con sustitución de ceniza de conchas de abanico .....	50
3.8.3. Grupo con sustitución de ceniza de cascarilla de arroz .....	50
<b>CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
4.1. Discusión .....	51
4.2. Conclusiones .....	53
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>60</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Medidas modulares convencionales de los bloques de concreto.....	7
Tabla 2	Requisitos de resistencia, absorción y clasificación por densidad .....	9
Tabla 3	Requisitos de resistencia, variación dimensional y alabeo.....	9
Tabla 4	Resistencia del concreto en probetas compactadas manualmente .....	11
Tabla 5	Resistencia del concreto en probetas vibradas.....	12
Tabla 6	Cenizas de cereales.....	13
Tabla 7	Análisis químico de la concha de abanico.....	15
Tabla 8	Composición química del polvo de la concha de abanico.....	16
Tabla 9	Número de muestras .....	21
Tabla 10	Variable CCA Y CCAB .....	21
Tabla 11	Variable dependiente.....	22
Tabla 12	Pasos para recoger la información.....	22
Tabla 13	Juego de tamices para el agregado fino.....	27
Tabla 14	Juego de tamices para el agregado grueso .....	28
Tabla 15	Método para el cálculo de la granulometría .....	28
Tabla 16	Requisito de fineza para puzolanas naturales o calcinadas .....	33
Tabla 17	F'cr requerido para el diseño .....	36
Tabla 18	Consistencia y asentamiento .....	36
Tabla 19	Contenido de Aire Atrapado.....	37
Tabla 20	Volumen de Agua por Metro Cúbico .....	38
Tabla 21	Relación Agua cemento.....	38
Tabla 22	Propiedades físicas y Químicas del Cemento Sol Tipo 1 .....	39
Tabla 23	Volumen del Agregado por m <sup>2</sup> .....	39
Tabla	caracterización de los agregados y adiciones.....	44
Tabla	Diseño para cada grupo de 4 bloques +7% merma +0.11 de agua.....	45
Tabla 26	Resistencia a la compresión de especímenes sin adición .....	46
Tabla 27	Resistencia a la compresión de especímenes con Ceniza de Conchas de abanico.....	46
Tabla 28	Resistencia a la compresión de especímenes con Ceniza de cascarilla de arroz.....	47
Tabla 29	Costo en materiales por cada metro cúbico para el grupo de control.....	48
Tabla 30	Costo en materiales por cada metro cúbico para el grupo con ceniza de conchas de abanico.....	48
Tabla 31	Costo en materiales por cada metro cúbico para el grupo de ceniza de cascarilla de arroz.....	49
Tabla 32	Costos por metro cúbico de los grupos de las adiciones y control.....	49
Tabla 32	Estadística descriptiva de los resultados del grupo de control .....	50
Tabla 33	Estadística descriptiva de los resultados del grupo de ceniza de conchas de abanico .....	50
Tabla 34	Estadística descriptiva de los resultados del grupo de ceniza de conchas de abanico .....	50
Tabla 29	Granulometría del agregado fino.....	64
Tabla 30	Granulometría del agregado grueso.....	65
Tabla 31	Granulometría de las conchas de abanico .....	65
Tabla 32	Granulometría de la ceniza de cascarilla de arroz .....	66
Tabla 33	Humedad arena gruesa .....	67
Tabla 34	Humedad del confitillo.....	67

Tabla 35	Peso unitario de la arena gruesa .....	67
Tabla 36	Peso unitario del confitillo.....	69
Tabla 37	PUC arena gruesa .....	69
Tabla 38	PUC confitillo.....	69
Tabla 39	Peso específico y absorción de la arena gruesa .....	71
Tabla 40	Peso específico y absorción del confitillo .....	71
Tabla 41	Peso específico de la ceniza de conchas de abanico.....	72
Tabla 42	Peso específico de la ceniza de cascarilla de arroz.....	72
Tabla 43	Composición química la ceniza de cascarilla de arroz.....	73
Tabla 44	Pesos por metro cubico.....	76
Tabla 45	Corrección por agua .....	76
Tabla 46	Diseño para 0.02381m <sup>3</sup> .....	76
Tabla 47	Diseño optimizado.....	77
Tabla 48	diseño para diferentes dosificaciones + 7 % de merma + 0.11 de agua.....	77
Tabla 55	Costo de flete y transporte de CCA.....	78
Tabla 56	Costo de Maquinaria para moler CCA .....	78
Tabla 57	Costo por kilo de CCA .....	78
Tabla 58	Costo lavar las conchas .....	79
Tabla 59	Costo de Maquinaria para moler CCAB .....	79
Tabla 60	Costo por kilo de CCAB .....	79



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Materia prima utilizada para fabricar bloques de concreto tomada de Blogueras.org.....	8
Ilustración 2. Ceniza de cascarilla de arroz .....	14
Ilustración 3. Gran cantidad de picos demuestran gran amorficidad, tomado de La utilización de cáscara de arroz bajo el proceso de calcinación controlada como puzolana artificial en el diseño de morteros para acabados. Villegas, 2012.....	14
Ilustración 4. Concha de abanico.....	15
Ilustración 5. Bloque de concreto 40x12x20 .....	20
Ilustración 6. Ficha de caracterizacion de agregados N# 1 .....	23
Ilustración 7. Ficha de caracterizacion de agregados 2 .....	24
Ilustración 8. <i>Ficha de dimensiones de los bloques y carga ultima a los bloques</i> .....	25
Ilustración 9: Procedimiento de investigación.....	26
Ilustración 10: Dimensiones del bloque de concreto.....	42
Ilustración 11 comparacion de resistencias con la resistencia mínima para bloques estructurales .....	47
Ilustración 12: Curva granulométrica arena gruesa.....	64
Ilustración 13: Curva granulométrica del confitillo para el Huso #8 .....	65
Ilustración 14: Curva granulométrica de las conchas de abanico.....	66
Ilustración 15: Curva granulométrica de la ceniza de cascarilla de arroz .....	66

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Determinación del contenido de humedad .....	28
Ecuación 2: Determinación del Peso Unitario Suelto Seco .....	29
Ecuación 3: Determinación del Peso Unitario Compactado Seco.....	30
Ecuación 4: Determinación del Peso Específico A.F.....	31
Ecuación 5: Determinación del Porcentaje de Absorción A.F.....	31
Ecuación 6: Determinación del Peso Específico A.G.....	32
Ecuación 7: Determinación del Porcentaje de Absorción A.G.....	32
Ecuación 8: Cálculo del Contenido de Cemento.....	39
Ecuación 9: Cantidad de agregado grueso por cada metro cuadrado.....	40
Ecuación 10: Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los Materiales .....	40
Ecuación 11: Cálculo del Peso en Estado Seco del Agregado Fino.....	40
Ecuación 12: Corrección del Diseño por el aporte de humedad A.G.....	40
Ecuación 13: Corrección del Diseño por el aporte de humedad de A.F.....	41
Ecuación 14: Cálculo de Agua Efectiva A.G.....	41
Ecuación 15: Cálculo de Agua Efectiva A.F.....	41
Ecuación 16: Cálculo de Agua Efectiva total.....	41
Ecuación 17: Cálculo de la resistencia de rotura a la compresión .....	43

## RESUMEN

La Presente investigación utiliza la ceniza de la cascarilla de arroz (CCA) y las ceniza de conchas de abanico (CCAB) en la sustitución del cemento para la fabricación de bloques de concreto estructurales, la CCA se quemó a temperatura de 800 C° a 900 C° de manera ascendente por 7 horas en hornos utilizados en la quema de ladrillos, para luego ser molida en el molino de bolas por 45 minutos, las CCAB fueron lavadas con agua potable y molidas en el molino de bolas por 1 hora para luego ser calcinadas con temperaturas de 850 c° a 950c° de manera ascendente por 8 horas en el mismo horno para ladrillos y finalmente ser molidas por 45 minutos, se caracterizan físicamente los agregados, como el confitillo de ¼, arena gruesa para el diseño ACI. La muestra comprende: 4 bloques sin adición (grupo control), 4 bloques con adición de CCAB, 4 bloques con adición de CCA. Total 12 bloques. Los resultados de la resistencia compresión axial indican que luego de 28 días los bloques de control superan a los bloques de concreto con adición de CCA en 13.84 % y a los bloques con adición de CCAB en 10.95 %, la mezcla de CCAB es más resistente en 2.38 % que la mezcla de CCA. Se concluye que la adición de la CCA y CCAB en la elaboración de bloques de concreto estructurales cumple con los requisitos del reglamento nacional de edificaciones norma E0.70.

**Palabras clave:** Ceniza de cascarilla de arroz, Ceniza de conchas de abanico, Resistencia a la compresión, Bloques de concreto.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Existen un déficit habitacional de viviendas en el Perú para el 11.2% de hogares, incluyéndose familias donde habitan en viviendas improvisadas, viviendas hacinadas, de material irrecuperable o con servicios básicos deficitarios (Instituto nacional de estadística e informática, 2017a). Además el incremento de la población en el departamento de la Libertad paso de 1 millón 617 mil 050 habitantes a 1 millón 778 mil 080 habitantes en 10 años desde el último censo, teniendo un ritmo de crecimiento anual de 1%, siendo junto con Piura el décimo departamento en crecimiento de población y en la provincia de Trujillo habitan 970 mil 16 habitantes siendo la cuarta provincia con mas habitantes (INEI, 2017b).

En la zona norte del Perú donde se encuentra la ciudad de Trujillo existe una demanda efectiva de viviendas de 25 mil 864, sin embargo la oferta disponible es tan solo 7 mil 522 viviendas, es decir solo se cubre una tercera parte (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018). Es de suma importancia para seguir con el desarrollo de la ciudad disminuir esa brecha de oferta y demanda.

Otra problemática son las condiciones estructurales de las viviendas que por la escases de recursos y falta de información no se construyen sísmicamente. Según el gerente de Desarrollo Urbano de la comuna de Trujillo, Ernesto Villanueva indica que “El 75% de edificaciones construidas en los últimos años en Trujillo se hicieron de manera informal”, también sostuvo

Estas edificaciones, al no haber sido supervisadas ni construidas bajo los criterios de un plano aprobado, no sabemos cómo se van a comportar ante un movimiento

sísmico. De hecho, en su mayoría pueden caerse o desplomarse, lo que pone en peligro la vida humana.(PERU21, 2017)

Estos dos acontecimientos se debe solucionar aplicando los conocimientos ingenieriles en la construcción que permitan a los ciudadanos una vivienda digna, con sistemas constructivos eficientes y económicos.

La Albañilería Armada está compuesta por la cimentación, muros, vigas y losas de techo. La diferencia principalmente del sistema confinado es en el armado de los muros ya que el refuerzo horizontal y vertical se aloja en el interior de los muros, estos a su vez están compuesto por bloques asentados con mortero (Morales, 2013).

La construcción con bloques de concreto presenta ventajas económicas en comparación con cualquier otro sistema constructivo tradicional, la que se pone de manifiesto tanto durante la ejecución de los trabajos como al finalizar la obra cuando se avalúa globalmente. Estas ventajas se originan en la rapidez de la fabricación, exactitud y uniformidad de las medidas de los bloques, resistencia y durabilidad, desperdicio casi nulo, y sobre todo por construir un sistema modular. (Morales, 2013, p.15)

El Perú es rico en productos de origen marino y las exportaciones no tradicionales aumentan cada año, Raúl Pérez-Reyes ministro de la producción en el diario El Comercio (2018) nos dice: Se calcula que entre 200 a 300 toneladas métricas de conchas de abanico podrían ser exportadas al año de los desembarcaderos [...] las nuevas habilitaciones de desembarcaderos permitirán que haya más empleo y se podría incrementar las exportaciones de concha de abanico en alrededor de 20%.(p.1)

Además, se ha observado que, en las Provincias de Trujillo y Virú ubicadas en el departamento de La Libertad, la concha de abanico fue uno de los moluscos de exportación con gran demanda (...) produciéndose desechos marinos en zonas no

apropiadas e invadiendo áreas de cultivos. Actualmente, se ha podido observar que, en terminales pesqueros de la ciudad de Trujillo, existe grandes cantidades de acumulación de este molusco, generando un aumento de la contaminación ambiental. (Akarley & Florian, 2019, p. 16)

El Perú produce arroz cascara y en el año 2017 se produjo un total de 3 millones 38 mil 766 toneladas, siendo La Libertad el sexto productor con 206 mil 995 toneladas (Ministerio de Agricultura, 2018). En el Perú se generan 380,000 Tm/año de cascarilla de arroz de las cuales el 40% se concentra en los molinos ubicados en los departamentos de Lambayeque y La Libertad (Assureira,2016). En el departamento de la libertad hasta el 2018 existen 52 molinos (Ministerio de Agricultura, 2018).

La ceniza de cáscara de arroz que es un desecho agroindustrial que significa un alrededor del 20% de la producción mundial de arroz, se estimo en 700 millones de toneladas en el año 2011. Esta ceniza contiene alrededor del 90% de sílice en su composición. La ceniza de cáscara de arroz tiene propiedades, que de ser agregada al concreto aumenta las propiedades mecánicas y físicas (Delvasto & Robayo, 2013).

### **1.1.1. Antecedentes Internacionales**

Molina & Vizcaíno, (2015) desarrollaron su tema de investigación "Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural" después de un proceso de combustión controlada se utiliza la ceniza de la cascarilla de arroz provenientes de la arrocera Gloria en Colombia, se elaboraron bloques de concreto con cemento tipo1 portland reemplazandose al cemento con porcentajes de 10% 15% y 20%.

Luego de 28 dias de curado, mediante ensayos se obtuvieron resistencias de los

3 bloques en 1.439 Mpa. 0.9430 Mpa. 0.502 Mpa. respectivamente, el bloque

patrón sin adición obtuvo 1.046 Mpa obteniendo mayor resistencia el bloque en adición del 10%. También concluye que luego de 45 días de curado, las resistencias del bloque adicionado al 10 % se reduce a 0.435 Mpa. mientras que la muestra patron desciende a 0.546 Mpa, por ese motivo recomienda una efectiva molienda para una mejor actividad, de esta forma exista una mejor adherencia de los materiales residuales.

Segun Kishore, Bhikshma & Prakash, (2011) en la conferencia sobre Ingeniería Estructural y Construcción en su investigación "Study on Strength Characteristics of High Strength Rice Husk Ash Concrete" diseña un hormigón de grado M40 y M 50 con diferentes niveles de reemplazo de cemento como 0%, 5%, 10% y 15% concluyendo que el nivel de reemplazo óptimo de la ceniza de cáscara de arroz es del 10% para los grados de concreto M40 y M50.

### **1.1.2. Antecedentes Nacionales**

Iglesias & Yupanqui, (2016) en su tesis "Utilización de la ceniza de cáscara de arroz del valle de majes como adición al cemento para la elaboración de concreto con resistencias 140 kg/cm<sup>2</sup>, 175 kg/cm<sup>2</sup>, 210 kg/cm<sup>2</sup>, 280 kg/cm<sup>2</sup> y 350 kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de arequipa" desarrollo 5 diseños a 7, 14, 28, y 49 días de curado con reemplazo de CCA al 5% 10% 15 % y sin adición para cada los 4 , resultando favorable todos a los 28 días de curado las roturas con el diseño de 140 kg/cm<sup>2</sup> un incremento del 7.18% la sustitución del 5% de CCA , para el diseño del 175 kg/cm<sup>2</sup> un incremento del 5.68%, 14.2% para la sustitución del 5% y 10% con respectivamente, utilizando 54.4 ml de plastificante sika para la adición de 10%, igualmente en el diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> el incremento del 1.94% con sustitución del 10%, con 75 ml de superplastificante EUACO el diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> el

incremento del 3.71%, 7.14% para la sustitución del 5% y 10% respectivamente, utilizando 93.5 ml y 148.5 ml de superplastificante para la adición de 5 y 10% respectivamente.

Según Huaroc, (2017) en su tesis: "Influencia del porcentaje de micro sílice a partir de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y peso unitario de un concreto mejorado", indica que: "obtuvo como máxima resistencia de 376 kg/cm<sup>2</sup> al 6% de adición de ceniza aumentando un 27% con respecto a las probetas patron", a los 28 días, además de agregar "a la mezcla el súper plastificante al 1% con respecto al peso del cemento".

Según (Aguilar & Consuelo, 2017) fabrico ladrillos con 5 dosificaciones de 140 kg/cm<sup>2</sup>, 175 kg/cm<sup>2</sup>, 210 kg/cm<sup>2</sup>, 280 kg/cm<sup>2</sup> a 7, 14, 21, 28 días incorporando 5%, 10%, 15%, 20% y concluye que las "resistencias de las muestra alcanzadas a los 28 días respecto a la muestra patrón incorporando el 5% aumenta su resistencia en 18.42%, la de 10% aumenta en 7.86%, la de 15% aumenta en 11.30% y finalmente de 20% reduce en 1.22%".

Villegas, (2012) en su tesis "Utilización de puzolanas naturales en la elaboración de prefabricados con base cementicia destinados a la construcción de viviendas de bajo costo" diseño 3 tipos de bloques de concreto con adición del 10%, 15% , 20% mas la muestra patron sin adición. Después de 28 días de curado las resistencias a compresión fueron 89 kg/cm<sup>2</sup>, 82 kg/cm<sup>2</sup>, 73 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, la muestra patrón alcanzo 80 kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor con respecto a la primera dosificación de 27%. Posteriormente elabora bloquetas de concreto con adición optimizado al 15% siendo mas económico.

Nizama, (2014) en su tesis "Valoración de residuos crustáceos para concretos



de baja resistencia" diseñó probetas de concreto de  $210 \text{ kg/cm}^2$  reemplazando el agregado grueso por conchas de abanico trituradas en porcentajes en peso al 20%, 40% y 60% en peso con tamaños de  $1''$  y  $\frac{3}{4}''$  dando resultados que con porcentajes mayores a 40% se reduce la trabajabilidad y la resistencia con respecto a la probeta patron, en cambio menores a ese porcentaje con tamaños menores al  $1''$  la trabajabilidad es la misma que la probeta patron pero resistencia baja alrededor del 20%.

Según Akarley & Florian, (2019) en su tesis "Caracterización de las propiedades de albañilería y muretes conformados por bloques de concreto en adición de conchas de abanico" construyó bloques de concreto, prismas y muretes reemplazando el agregado fino por conchas de abanico que mediante sus ensayos demostró que la adición del 16 % arrojó una resistencia a la compresión de  $26.475 \text{ kg/cm}^2$  superando al patrón en un 15% llegando solo al  $22.890 \text{ kg/cm}^2$

Según Flores & Mazza, (2014) en su tesis "Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto" utilizó el polvo proveniente del reciclaje de las conchas de abanico calcinadas a  $800 \text{ C}^\circ$  en 2 dosificaciones de mezclas de concreto en porcentaje de 5% 10% y 15 % concluye que para un  $f'c$  de  $175 \text{ kg/cm}^2$  obtuvo resistencias promedio en 28 días de mayores al concreto patron, igualmente para la dosificación de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Según (Matienzo, 2018) diseña un concreto con  $f'c$  de  $210 \text{ kg/cm}^2$  indica que: "Al sustituir el cemento por el 20% de la combinación de las cenizas de la cascara de arroz y el polvo de la concha de abanico se obtuvo una resistencia de 52.82%, 81.08% y 99.49% a los 7, 14 y 28 días de curado. cemento por la combinación de un 8% por el polvo de la concha de abanico y 12% y concluye: "Que la

combinación de las cenizas de la cascara de arroz y el polvo de la concha de abanico podría utilizarse como puzolana pero con porcentajes menores al 20%.

Según Paredes, (2019) en su tesis "Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$  adicionando cenizas de cáscara de arroz y conchas de abanico" nos dice: " La resistencia en un concreto convencional, así como en la adición del 10 % de ceniza de cáscara de arroz y el 5 % de conchas de abanico al cemento, obteniendo como resultados promedios del patrón y experimental respectivamente a los 28 días de  $282.75 \text{ kg/cm}^2 - 315.71 \text{ kg/cm}^2$ "

## 1.2. Marco Teórico

### 1.2.1. Bloque de concreto

Según la Norma Técnica Peruana 399.604. El bloque de concreto se define como "pieza prefabricada a base de cemento, agua y áridos finos y/o gruesos, naturales y/o artificiales, con o sin aditivos, incluidos pigmentos, de forma sensiblemente prismática, con dimensiones modulares y ninguna mayor de 60 cm, sin armadura alguna". También la RNE E.070 indica que: un bloque es la unidad de albañilería que por su peso y dimensión requiere de las dos manos para su manipuleo.

Tabla 1  
*Medidas modulares convencionales de los bloques de concreto*

Largo	Ancho	Alto
4M	2M	2M
3M	1M	3M
2M		1M

M= modulo normal 10cm tomada de la norma técnica peruana NTP 399.602

### 1.2.2. Componentes del bloque de concreto

- **Cemento portland**

El cemento Portland es un conglomerante hidráulico se produce por la pulverización del Clinker que es formado por silicatos de calcio hidráulicos y la adición sulfato de calcio, es decir yeso (Rivva, 2000).

- **Confitillo**

Es un agregado que se obtiene por trituración artificial de rocas o gravas y en tamaño, que en nuestro caso es de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{3}{8}$ ". Junto con la arena gruesa, forma el hormigón (Arenera san martin, s. f.).

- **Agregado fino**

Agregado proveniente de la desintegración natural y/o artificial de rocas, que pasa como mínimo el 95% por el tamiz N° 3/8" (9.51mm) y queda retenido en el tamiz N° 200 (0.074 mm) y cumpliendo los limites en la Norma NTP 400.037 (Burgos, 2012).



*Ilustración 1* Materia prima utilizada para fabricar bloques de concreto tomada de Blogueras.org

### 1.2.3. Requisitos para bloques de concreto estructural

- **Resistencia a la compresión**

Es la relación entre la carga de rotura a la compresión de un bloques y su sección bruta o neta. Según la norma tecnica peruana los requisitos de

resistencia nos indica en la tabla siguiente.

Tabla 2

*Requisitos de resistencia, absorción y clasificación por densidad*

Clasificación por densidad	Densidad seca al horno kg/cm <sup>3</sup>	Absorción m			Resistencia a la compresión, sobre el área neta mínima, Mpa	
		Promedio 3 unidades	Promedio 3 unidades	Unidad individuales	Promedio 3 unidades	Unidad individuales
Peso liviano	1680	288	320	13.8	12.4	
Peso medio	1680 - 2000	240	272	13.8	12.4	
Peso normal	2000 a más	208	240	13.8	12.4	

*Nota.* Tomada de la Norma Técnica Peruana NTP 399.602 "Bloques de concreto para uso estructural, requisitos

Requisitos de resistencia según el reglamento nacional de edificaciones se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3

*Requisitos de resistencia, variación dimensional y alabeo*

Clase	Clase de unidad de albañilería para fines estructurales			Alabeo	Resistencia a la compresión Fb en Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre el área bruta
	Variación de la dimensión (%)				
	Hasta 100mm	Hasta 150mm	Mas de 100mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P <sup>1</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP <sup>2</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

Bloque usado en la construcción de muros portantes uso en no portante, tomado del Reglamento Nacional de Edificaciones E.070

#### **1.2.4. Area bruta**

Según la NTP 399.604, Corresponde a la sección transversal de un espécimen, es el área total perpendicular a la dirección de la carga, incluyéndose espacios, sin contar espacios que vayan a ser ocupados por porciones de la albañilería adyacente. Para cada unidad se mide el ancho (A) en la longitud media de las superficies de apoyo superior e inferior, la altura (H) se mide en la longitud media de cada cara y la longitud (L) en la altura media de cada cara.

#### **1.2.5. Área neta**

Según la NTP 399.604. El área neta corresponde al área bruta menos los vacíos, se calcula con la altura y el volumen neto, este a su vez es hallado con la densidad del espécimen.

#### **1.2.6. Tecnología del concreto vibrado.**

Los bloques de concreto vibrado son elementos paralelepípedos moldeados con un molde metálico y fabricados en una mesa vibradora, el manipuleo debe ser manual (Arrieta & Peñaherrera, 2001).

- **Teoría de la vibración**

La vibración es el método de asentamiento práctico más eficaz conseguido hasta ahora, dando un concreto de características bien definidas como son la resistencia mecánica, compactación y un buen acabado. La vibración consiste en someter al concreto a una serie de sacudidas y con una frecuencia elevada. Bajo este efecto, la masa de concreto que se halla en un estado más o menos suelto según su consistencia, entra a un proceso de acomodación y se va asentando

uniforme y gradualmente, reduciendo notablemente el aire atrapado. (Arrieta & Peñaherrera, 2001, p. 8)

### **Principios fundamentales de la vibración**

La vibración queda determinada por su frecuencia en el número de impulsiones o pequeños golpes a que se somete el concreto en un minuto. La vibración puede ser de alta cuando éstas son iguales o superiores a 6000 vibraciones/minuto o baja frecuencia. Cuando los valores usuales de 3000 vibraciones por minuto cuando es vibración alta se logra una mejor compactación.

El tiempo para una vibración correcta depende generalmente de la frecuencia de vibración, la calidad del agregado y la riqueza en cemento de la mezcla; al aumentar la frecuencia disminuye el tiempo de vibrado, sin embargo, la vibración muy enérgica y prolongada puede producir efectos desfavorables, la vibración termina cuando la lechada del cemento empiece a fluir a la superficie (Arrieta & Peña, 2001). Se mostrará dos tablas sobre la resistencia final de probetas con y sin vibrado.

Tabla 4  
*Resistencia del concreto en probetas compactadas manualmente*

<i>Concreto vibrado manualmente</i>	<i>Diámetro (cm)</i>	<i>Area (cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Fuerza(kg)</i>	<i>Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>)</i>
<i>N 1</i>	<i>15</i>	<i>177</i>	<i>17560</i>	<i>99</i>
<i>N 2</i>	<i>15</i>	<i>177</i>	<i>17000</i>	<i>96</i>
<i>N 3</i>	<i>15</i>	<i>177</i>	<i>13700</i>	<i>77</i>

*Nota.* Resistencia a los 28 días tomada de fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora. Peñaherrera

Se presenta en la tabla 5 la resistencia de las probetas que han sido vibradas

Tabla 5  
*Resistencia del concreto en probetas vibradas*

<i>Concreto vibrado con mesa vibradora</i>	<i>Diámetro (cm)</i>	<i>Area (cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Fuerza(kg)</i>	<i>Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>)</i>
V 1	15	177	36400	206
V 2	15	177	32800	185
V 3	15	177	34800	197

*Nota.* Resistencia a los 28 días tomada de la tesis fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora. Peñaherrera

### 1.2.7. El curado del bloque del concreto

El curado permite que continúe la reacción química del cemento obteniendo buena calidad y resistencia especificada existen 2 procesos uno es sumergirlo en un pozo lleno de agua saturada con cal durante 3 días o regando periódicamente durante 7 días 3 veces al día, cubriendo con plasticos o con costales húmedos para evitar la evaporación del agua (Akarley & Florian, 2019).

### 1.2.8. Cascarilla de arroz

La cáscara o pajilla constituye aproximadamente 20% en peso del grano es separado en el proceso de pilado que luego formán montañas de cascarilla al costado de los molinos, esto ocasiona problemas de espacio por acumulación normalmente se incinera para reducir su volumen generando humos que son contaminantes, además sirve como combustible debido a su valor calorífico aproximadamente 16720 kJ/kg (Sierra, 2009).

### 1.2.9. Ceniza de cascarilla de arroz

Es producido por la combustión controlada de la cascarilla de arroz en horno con temperaturas superiores a los 400°C estas cenizas contienen alrededor del 80% de sílice (Jaime & Portocarrero, 2018). En la tabla inferior se muestra el porcentaje de cenizas por tipo de cereal.

Tabla 6  
*Cenizas de cereales*

Cosecha	Parte de la Planta	Ceniza en porcentaje al peso
Maiz	Hoja	12
Arroz	Cáscara	20
Arroz	Paja	14
Sorgo	Hoja	12
Caña de Azucar	Bagazo	15
Girasol	Hoja y Tallo	11
Trigo	Hoja	10

*Nota.* Juárez, 2012

### 1.2.10. Sílice

Dióxido de silicio o sílice presente en la ceniza de cascarilla de arroz reacciona con el cemento. Montero (2017) afirma:

La sílice de la CCA reacciona con la cal, dando lugar esta reacción a la formación de cristales de silicato de calcio hidratado (CHS), que contribuyen a la generación de resistencias mecánicas en los concretos adicionados, es por esta razón, que este material es considerado como una opción viable para la sustitución parcial del cemento en elementos estructurales de hormigón, tanto desde el punto de vista mecánico como económico. (p.11)

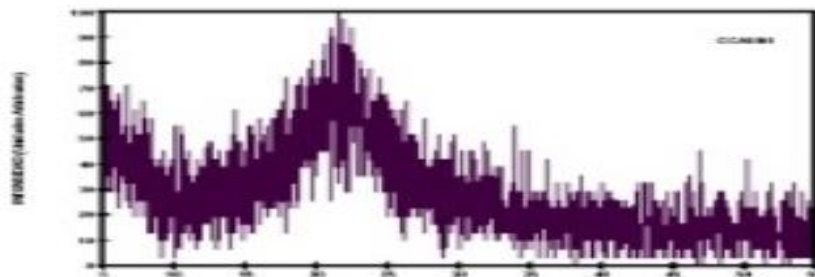




*Ilustración 2.* Ceniza de cascarilla de arroz

### **1.2.11. Amorficidad de la ceniza de cascarilla de arroz**

Óxido de silicio ( $SiO_2$ ) amorfo altamente reactivo, presente en la ceniza de cascarilla de arroz, reacciona con el hidróxido de calcio  $Ca(OH)_2$  al contacto con el agua y esto se produce mediante la hidratación del Silicato tricálcico y la forma B del Silicato bicálcico, favoreciendo la formación de mas fase de Silicato de cálcico hidratado. (Trujillo, 2017)



*Ilustración 3.* Gran cantidad de picos demuestran gran amorficidad, tomado de La utilización de cáscara de arroz bajo el proceso de calcinación controlada como puzolana artificial en el diseño de morteros para acabados. Villegas, 2012

### **1.2.12. Conchas de abanico**

La concha de abanico es un molusco cuyas valvas tienen forma de abanico. Se produce en zonas arenosas, algosas y de manglares, sobre fondo de roca, guijarro y grava. Se compone del tallo o callo, que es un músculo de color blanco, y de la gónada, también conocido como coral que es de color rojo (Flores & Mazza, 2014,

p. 18).



*Ilustración 4. Concha de abanico*

- **Impacto ambiental**

El cultivo de las conchas de abanico generan prejuicios en los ecosistemas uno de ellos ubicado en la bahía de Samanco, departamento de Ancash es debido a la disposición de los desechos no apropiados como en zonas de cultivo provocando la sedimentación y posibilitando un impacto negativamente al cultivo, también perjudican a los bañistas con la contaminación visual que genera los desechos. (Flores & Mazza, 2014)

- **Composición química de las conchas de abanico**

Tabla 7  
*Análisis químico de la concha de abanico*

Parámetros	Medición
Ph	9.89
CaCO <sub>3</sub>	35.56%
SiO <sub>2</sub>	12.13%
CaO	25.67%
Cl- Cloruros	0.24%
Mg <sup>2+</sup>	3000 ppm
Residuos	26.40%

*Nota.* tomada de “Caracterización de las propiedades de albañilería y muretes conformados por bloques de concreto en adición de conchas de abanico” D.F. Arkaley, C.L. Florian 2019 p. 25.

- **Composición química de la ceniza de conchas de abanico**

La concha de abanico se tritura convirtiéndose en polvo para luego ser calcinada

*Tabla 8*

*Composicion quimica del polvo de la concha de abanico*

Composición química	%
Oxido de Calcio (CaO)	73.014
Trióxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	15.477
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	10.084
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	1.029
Oxido de Estroncio (SrO)	0.314
Pentóxido de Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.159
Dióxido de Cloro (ClO <sub>2</sub> )	0.042
Oxido de Titanio (TiO <sub>2</sub> )	0.035
Oxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	0.016
Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.007

*Nota.* tomada de "Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por la combinación de un 8% por el polvo de la concha de abanico y 12% por las cenizas de la cascara de arroz -2017" G.J. Matienzo, D.O. Salazar 2017 p. 37.

### 1.2.13. Definición de términos

### 1.2.14. Diseño de mezclas de concreto ACI 211

El método ACI es un método que permite encontrar la dosificación para el diseño de mezclas del concreto; consiste en medir los materiales (cemento, agua, piedra y arena en peso y volumen, y se diseña tanto para mezclas en estado fresco como endurecido (Jaime & Portocarrero, 2018, p. 29).

### 1.2.15. Parámetros básicos en el comportamiento del concreto

- **La Trabajabilidad**

La facilidad de colocar, fijar y dar el acabado al concreto fresco y la resistencia que no permitirá la segregación de los materiales que lo conforman

durante el transporte se llama trabajabilidad. Una manera práctica para determinar la trabajabilidad de una mezcla consiste en medir su fluidez, mediante el ensayo del asentamiento o revenimiento haciendo uso del cono de Abrams. (Jaime & Portocarrero, 2018, p. 30)

- **La Resistencia**

La resistencia a la compresión es la característica más importante de un concreto, definiéndose como la capacidad que soporta una carga sobre una unidad de área. El ensayo se realiza sobre probetas de forma cilíndricas que son elaboradas en moldes especiales, cuyas dimensiones son 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. (Jaime & Portocarrero, 2018, p. 30)

- **La Durabilidad**

Es la habilidad que tiene el concreto para resistir el intemperismo, la abrasión y cualquier otro proceso que produzcan deterioro. No dependerá sólo del diseño de mezcla, sino que también estará en función de las condiciones medioambientales y el uso a la que se encontrará una estructura. (Jaime & Portocarrero, 2018, p. 31)

#### **1.2.16. Costo beneficio**

“El análisis coste-beneficio (ACB) es una metodología para evaluar de forma exhaustiva los costes y beneficios de un proyecto”(Bienvenido, 2012, p1).

### **1.3. Formulación del problema**

¿Cómo influye la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza conchas de abanico sobre la resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural en Lima, 2021?

## 1.4. Justificación

Para conseguir el desarrollo social del país, se debe implementar una política de acceso a viviendas seguras y económicas a sus ciudadanos, si estas se construyen utilizando residuos, minimizarán la contaminación del medio ambiente, a su vez de formar parte de una economía circular mediante el proceso de reciclaje de estos residuos en aras de una economía sostenible; esta investigación aprovecha los residuos como la concha de abanico y la cascarilla de arroz, que mediante la calcinación en hornos industriales, servirá para la elaboración de bloques de concreto estructural que cumplan con el reglamento nacional de edificaciones E.070 esto permitirá el diseño de nuevas edificaciones de albañilería armada opción mas ventajosa económicamente que otro sistema constructivo.

## 1.5. Objetivos

### 1.5.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la ceniza de la cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico sobre la resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural, Lima 2021.

### 1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la resistencia a compresión de bloques de concreto sin adicionar ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico.
- Determinar la resistencia a la compresión de bloques de concreto con la adición de ceniza de cascarilla de arroz al 8% de sustitución del peso del cemento por metro cúbico.

- Determinar la resistencia a la compresión de bloques de concreto con la adición de ceniza de conchas de abanico al 8% de sustitución del peso del cemento por metro cúbico.
- Realizar un análisis de costo beneficio de los resultados encontrados en la presente investigación.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

La adición de la ceniza de cáscara de arroz y ceniza de conchas de abanico permitirá la producción de bloques de concreto estructurales cumpliendo los requisitos del reglamento nacional de edificaciones E 0.70

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

- La adición de la ceniza de cáscara de arroz y ceniza de conchas de abanico influire en la resistencia a la compresión de bloques de concreto estructural.
- La adición de la ceniza de cáscara de arroz y ceniza de conchas de abanico permitira un reducción en el costo en la producción de bloques de concreto estructural.

## **CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

Según el propósito es aplicada porque permite manipular las variables generando un conocimiento con aplicación directa, la profundidad de la investigación será explicativa, Según su manipulación de la variable es experimental tipo cuantitativa, porque permitirá por medio de la experimentación que ante la adición de CCA y CCAB, los bloques de concreto varían su resistencia a la compresión. El diseño del experimento constara en manipular la variable independiente: Sustitución de CCA y CCAB por cemento esto nos permitirá cuantificar la variable dependiente: Resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural.

#### **2.1.1. Diseño de investigación**

El diseño de investigación es Experimental

#### **2.1.2. Unidad de estudio**

En la presente investigación se utilizo la unida de estudio el bloque de concreto



*Ilustración 5.* Bloque de concreto 40x12x20

## 2.2. Población y Muestra

### 2.2.1. Poblacion

Está conformada por todos los bloques de concreto que cumplan con los requerimientos del Reglamento Nacional de edificaciones E070.

### 2.2.2. Muestra

La muestra fue determinada de manera no probabilístico por juicio de experto, el numero de bloques a ensayar fueron a compresión para cada estudio.

*Tabla 9*  
*Numero de muestras*

Sin Adición (control)	Con adición de CCA	Con adición de CA
0%	8%	8%
4 bloques	4 bloques	4 bloques

Fuente: Elaboración propia

- **Operación de variables**

#### Variable Independiente

*Tabla 10*  
*Variable CCA Y CCAB*

Variable	Concepto	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico	CCA es una puzolana artificial que se usa en la adición de cementos se obtiene de la molienda y calcinación de la cascarilla de arroz	Adición	8%	Balanza
	CCAB es un polvo donde el componente principal es el oxido de calcio (CaCo) se obtiene de la molienda y calcinación de las conchas de abanico			

Fuente: Elaboración propia



## Variable Dependiente

*Tabla 11*  
*Variable dependiente*

Variable	Concepto	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural	Capacidad que soporta un bloque estructural sobre una unidad de área sin romperse	Resistencia a la compresión $f^{\prime}b$	Area de sección transversal (Area bruta) Carga última	Calibrador Máquina de ensayo de resistencia

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de datos

Proceso por el cual obtendremos los datos, como primer paso veremos la tabla siguiente

*Tabla 12*  
*Pasos para recoger la información*

Pasos	Detalle
Preexperimentacion	Paso por el cual se realiza la investigación documental procediendo a revisar el material bibliográfico de tesis, revisando conceptos
Trabajo de campo	se aplican las técnicas e instrumentos para recolectar y registrar la información
Trabajo de posexperimentacion	se genera el análisis e interpretación de la información

Fuente: Guía de investigación científica. Universidad privada del norte 2018

#### 2.3.1. Técnica de recolección de datos

Se utiliza la técnica de la observación directa / experimental de laboratorio.

#### 2.3.2. Instrumento de recolección de datos

Se utiliza las fichas como se muestra en las figuras 6, 7 y 8 para recolectar y registrar los datos obtenidos del laboratorio de manera ordenada.



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico sobre la resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural, lima 2021

Autor: Israel Jamin Santivañez Tomas

CARACTERIZACION DE LOS AGREGADOS

Granulometría

Agregado fino

Tamiz	Masa retenida
¾	
4	
8	
16	
30	
50	
100	
200	
Fondo	

Agregado grueso

Tamiz	Masa retenida
¾	
4	
8	
16	
Fondo	

Ceniza de cascarilla de arroz

Tamiz	Masa retenida
100	
200	
325	
<325	

Ceniza de conchas de abanico

Tamiz	Masa retenida
100	
200	
325	
<325	

Humedad

Agregado fino

Peso Húmedo	Peso seco

Agregado grueso

Peso Húmedo	Peso seco

Peso unitario suelto seco

Agregado fino

Muestra	Peso Húmedo	Peso seco
Volumen de recipiente		

Agregado grueso

Muestra	Peso Húmedo	Peso seco
Volumen de recipiente		

Ilustración 6. Ficha de caracterización de agregados N# 1



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico sobre la resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural, lima 2021

Autor: Israel Jamin Santivañez Tomas

**Peso unitario compactado seco**

Agregado fino

Muestra	Peso Húmedo	Peso seco
Volumen de recipiente		

Agregado grueso

Muestra	Peso Húmedo	Peso seco
Volumen de recipiente		

**Peso Especifico**

Agregado fino

Descripción	Peso
Peso sss de la muestra	
Peso fiola + agua	
Peso fiola + agua + muestra	
Peso seco de la muestra	

Y

**Absorción**

Agregado grueso

Descripción	Peso
Peso sss de la muestra	
Peso fiola + agua	
Peso fiola + agua + muestra	
Peso seco de la muestra	

Ceniza de cascarilla de arroz

Descripción	Peso
Peso sss de la muestra	
Peso fiola + agua	
Peso fiola + agua + muestra	
Peso seco de la muestra	

Ceniza de conchas de abanico

Descripción	Peso
Peso sss de la muestra	
Peso fiola + agua	
Peso fiola + agua + muestra	
Peso seco de la muestra	

Ilustración 7. Ficha de caracterización de agregados 2



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TESIS: Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico sobre la resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural, lima 2021

Autor: Israel Jamin Santivañez Tomas

Resistencia características a compresión axial de bloques de concreto

Muestra	Largo	Ancho	Carga ultima
1			
2			
3			

Ilustración 8. *Ficha de dimensiones de los bloques y carga ultima a los bloques*

### 2.3.3. Análisis de datos

Los datos fueron procesados con la ayuda del software de Excel de Microsoft 365 Elaborando tablas y gráficos para poder determinar la influencia de la variable independiente CCA y CCAB sobre la variable dependiente, asimismo la utilización del programa IBM SPSS para la estadística descriptiva básica, determinando la confiabilidad, desviación estándar y coeficiente de variación sobre el comportamiento de los datos encontrados.

## 2.4. Aspectos éticos

La presente de investigaion texto de entrada Validez científica siguiendo los lineamientos de la guía de investigacion científica de la Universidad Privada del Norte, respetando las citas y referencias bibliográficas de otros autores, además de generar conocimiento al servicio de la sociedad.

## 2.5. Procedimientos

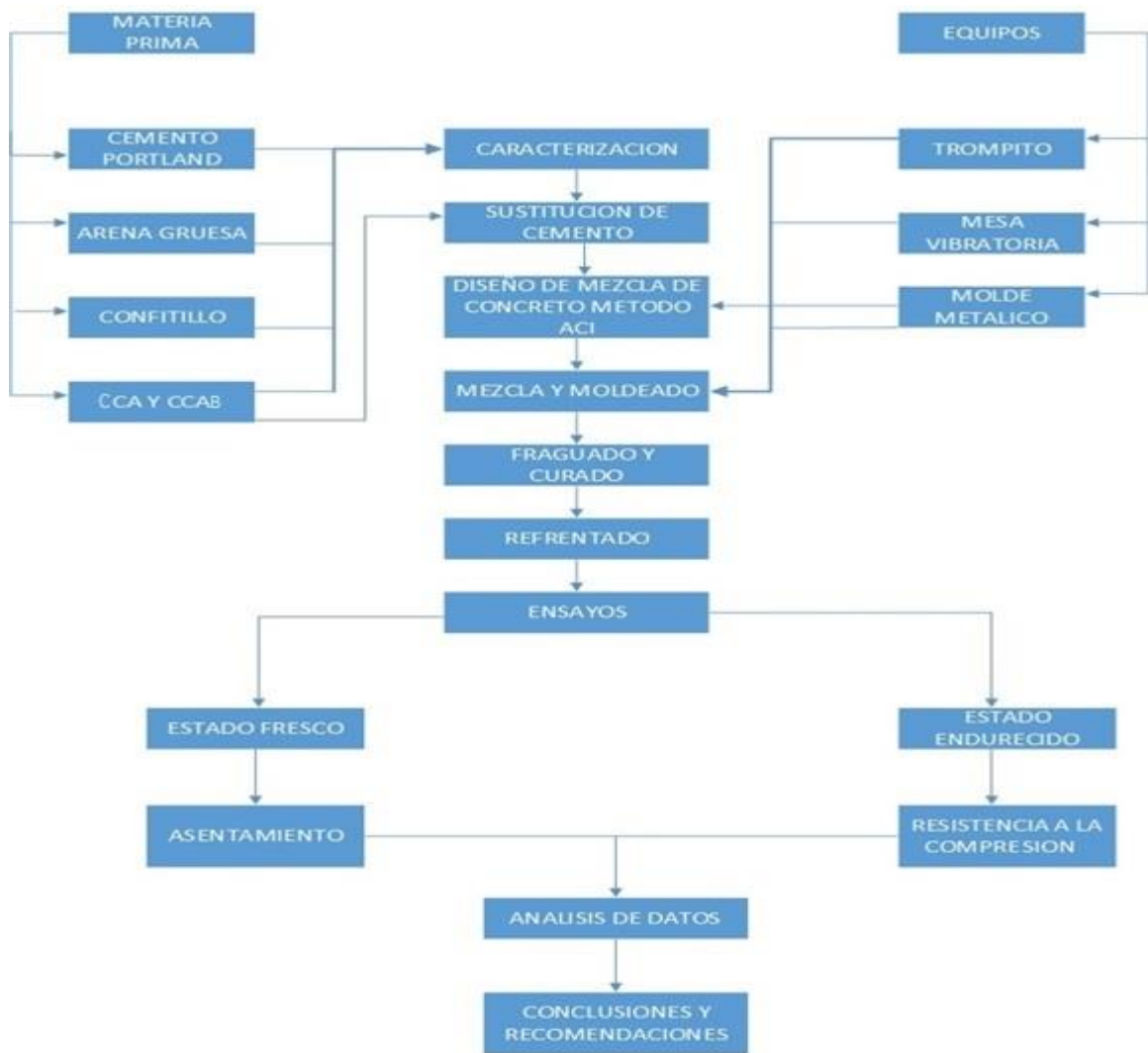


Ilustración 9: Procedimiento de investigación

## 2.5.1. Caracterización física de agregados

### 2.5.1.1. Ensayo Granulométrico del gregado Fino y Grueso (NTP 400.012)

Obtener una muestra representativa del agregado fino y grueso, esta muestra se debe secar al aire, luego se ordena las mallas de diámetro mayor a menor para agregado fino N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200, Fondo; para agregado grueso (1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, Fondo). Se coloca el material para el proceso de vibración con la máquina vibratoria

Pesar el material retenido en cada malla, para determinar el módulo de finura del agregado fino se debe sumar los porcentajes retenidos acumulados en dichas mallas.

$$MF = \frac{(\sum \% \text{ ret acumulados en las mallas } 3/8", N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 20, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100,))}{100}$$

### Tablas utilizadas para la granulometría de los agregados

Tabla 13  
*Juego de tamices para el agregado fino*

Tamiz (ASTM)	Abertura (mm)
3/8	9.5
N° 4	4.75
N° 8	2.36
N° 16	1.18
N° 30	0.60
N° 50	0.30
N° 100	0.15
N° 200	0.075

*Nota.* Tomada de ASTM E-11

Tabla 14  
*Juego de tamices para el agregado grueso*

Tamiz (ASTM)	Abertura(mm)
2''	50.00
1 ½''	37.50
1''	25.00
¾''	19.00
½''	12.50
3/8''	9.50
¼''	6.30
N° 4	4.75

*Nota* .Tomada de ASTM E-11

Tabla 15  
*Método para el calculo de la granulometria*

Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
-------	---------------	---------------------	----------------------	------------

### 2.5.1.2. Determinación del Contenido de humedad para el Agregado Fino y Grueso (NTP 339.185)

Pesar la muestra estado natural ( $P_h$ ) luego colocar en el horno a una temperatura de  $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, hasta tener un peso constante y determinar el peso seco ( $P_s$ ) de la muestra.

#### Determinación del Contenido de Humedad

$$W\% = \frac{(P_h - P_s) * 100}{P_s} \quad (1)$$

Dónde:

$P_h$  : Peso húmedo de la muestra (gr).

$P_s$  : Peso seco de la muestra (gr).

$W\%$  : Contenido de Humedad (%).

### 2.5.1.3. Determinación del Peso Unitario Suelto y Compactado para el Agregado Fino y Grueso (NTP 400.017)

- **Peso Unitario Suelto Seco**

Pesar el recipiente o molde vacío y calcular su volumen interno del recipiente en  $m^3$ . Enseguida colocar la muestra a una altura aproximada de 10 cm sobre el borde superior del recipiente se enraza la superficie finalmente pesar la muestra y el molde. El procedimiento se debe repetir mínimo 3 veces, verificando una variación menor del 1%.

#### Determinación del Peso Unitario Suelto Seco

$$PUSS = \frac{x - y}{v} \quad (2)$$

Dónde:

PUSS : Peso Unitario Suelto Seco ( $kg/m^3$ ).

X: Peso del recipiente de medida más el agregado (kg).

Y: Peso del recipiente de medida (kg).

V : Volumen de la medida ( $m^3$ ).

- **Peso Unitario Compactado Seco**

Pesar el recipiente o molde vacío, calcular su volumen interno del recipiente en  $m^3$  enseguida colocar el material en el recipiente en 3 capas iguales, cada capa se debe compactar con una varilla con 25 golpes se enraza la superficie finalmente pesar la muestra y el molde. El procedimiento se debe repetir mínimo 3 veces, verificando una variación menor del 1%.



### Determinación del Peso Unitario Compactado Seco

$$\text{PUCS} = \frac{x - y}{v} \quad (3)$$

Dónde:

PUCS : Peso Unitario Compactado Seco del agregado (kg/m<sup>3</sup>).

X: Peso del recipiente de medida más el agregado compactado  
(kg).

Y : Peso del recipiente de medida (kg).

V : Volumen de la medida (m<sup>3</sup>).

#### **2.5.1.4. Determinación del Peso Específico y Absorción Agregado Fino (NTP 400.022)**

Se prepara la muestra mediante el ensayo por cuarteo y se pesa aproximadamente 800 gramos luego se sumerge por 24 horas, posteriormente se procede a secar en una estufa cuidando de no perder mucha humedad esto ocurre cuando la muestra se pueda mezclar libremente

Se coloca el material en un molde cónico en 3 capas compactándose con un pison cada 25 golpes por capa, cuando la muestra se derrumba por los costados luego de retirar el cono habrá alcanzado la condición de saturado superficialmente seco, pero si permanece aun en su forma al retirado del cono, aun existe humedad libre, se procede a seguir revolviendo la muestra.

Pesar la fiola mas el agua hasta la marca de 500 cm<sup>3</sup>, luego se pesa aproximadamente 500 gramos pasante por el tamiz n°4 para agregar a la fiola que previamente se ha retirado un poco de agua,seguidamente se hace rodar el

frasco sobre una superficie plana permitiendo que todas las burbujas de aire sean eliminadas, después de decantar se llena con agua hasta 500cm<sup>3</sup>

Se retira la muestra y se pone a secar en el horno a 100°c ± 5 hasta lograr peso constante finalmente se deja enfriar y se pesa la muestra en su estado seco

#### Determinación del Peso Específico

$$P_{esp} = \frac{x}{y + s - c} \quad (4)$$

Dónde:

P<sub>esp</sub> : Peso Específico.

X : Peso en el aire de la muestra secada en la estufa (gr).

Y : Peso de la fiola más el agua (gr).

S : Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca

SSS (gr).

C : Peso de la fiola más muestra más agua (gr).

#### Determinación del Porcentaje de Absorción

$$A\% = \frac{(S - A) * 100}{A} \quad (5)$$

Dónde:

A% : Porcentaje de Absorción (%).

S : Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca

SSS (gr).

A : Peso en el aire de la muestra secada en la estufa (gr).

### 2.5.1.5. Determinación del Peso Específico y Absorción Agregado Grueso (NTP 400.21)

Se sumerge la muestra de peso aproximado de 2 kilos con agua por 24 horas, transcurrido el tiempo la muestra (confitillo) se extiende y se seca con un paño el agua de su superficie cuidando de no secar demasiado, hasta llegar en condiciones de saturado superficialmente seco (SSS) y se pesa la muestra en esa condición

Se coloca la muestra en una cesta de alambre sumergido en agua a temperatura 20°C previamente tarado la cesta, se pesa la muestra sumergida, finalmente se seca la muestra a temperatura de 110 °C ± 5 hasta llegar a peso constante se deja enfriar y se determina su peso seco

#### Determinación del Peso Específico

$$P_{esp} = \frac{A}{B - C} \quad (6)$$

Dónde:

P<sub>esp</sub> : Peso Específico.

A : Peso en el aire de la muestra secada en el horno (gr).

B : Peso en el aire de la muestra (gr).

C : Peso en el agua de la muestra (gr).

#### Determinación del Porcentaje de Absorción

$$A\% = \frac{(B - A) * 100}{A} \quad (7)$$

Dónde:

A% : Porcentaje de Absorción (%).

A : Peso en el aire de la muestra secada en el horno (gr).

B : Peso en el aire de la muestra SSS (gr).

## 2.5.2. Obtención de la ceniza de cascarilla de arroz

### 2.5.2.1. Proceso de obtención y traslado de la cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz se obtuvo de molinos de chiclayo y se trasladó al horno para su combustión.

### 2.5.2.2. Combustión, Molienda

Combustión a una temperatura aproximada de 800°C a 900°C. de manera ascendente en hornos utilizados en la quema de ladrillos por el tiempo de 7 horas, luego se pulveriza con el molino de bolas, que mide el desgaste de los agregados con tamaño máximo de 1 ½", por espacio de 45 minutos, 1500 revoluciones, la cantidad de 4 kilos aproximadamente. La norma NTP 334.104:2018 nos dice el nivel de fineza requerido de la puzolanas naturales según la cantidad retenida por la malla N# 325 en la siguiente tabla

Tabla 16  
*Requisito de fineza para puzolanas naturales o calcinadas*

Requisitos	Clase		
	N	F	C
Cantidad retenida en el tamiz vía húmeda en la malla 45 (N°325),% MAX	34	34	34

*Nota.* Fuente Norma Técnica peruana NTP 334.104

### 2.5.2.3. Ensayos a la ceniza de cascarilla de arroz

#### Granulometría

Se pesó 150 gramos y se procedió al lavado de los finos menores a 44 micras con la malla N°325, para luego secarlo al horno a 150 C°± por 24 horas, posteriormente se tamizó con las mallas #100 #200 #325

### **Peso específico ASTM C 188-95**

Se realizó el método de ensayo utilizado para el cemento por ser muy fino utilizando petróleo como líquido sustituto al kerosene.

Se pesó la ceniza de cascarilla de arroz, se llena el frasco Le Chatelier con el líquido a nivel de cero previamente limpio y seco luego se coloca en el equipo baño maría a  $28^{\circ}\text{C}$  por espacio de 20 minutos de modo que la temperatura del agua y del líquido den la misma temperatura, se procede a medir el volumen inicial ( $V_i$ ) posteriormente se coloca con cuidado la ceniza de cascarilla sin dejar material pegado dentro del frasco, finalmente se lleva al equipo baño maría otros 20 minutos para equilibrar las temperaturas y se mide el volumen final ( $V_f$ )

### **Composición química por difracción por rayos x**

Identifican la composición mineralógicas y permite ver el grado de cristalinidad de las muestras cuando se observa una desviación de la línea base entre  $15$  a  $30^{\circ}$  del ángulo  $2\theta$  de esta forma se puede determinar la amorficidad de la ceniza (Villegas, 2012).

## **2.5.3. Obtención de ceniza de conchas de abanico**

### **2.5.3.1. Proceso de obtención y lavado de las conchas de abanico**

Las conchas de abanico se obtuvieron del terminal pesquero del distrito de Villa María del Triunfo, el proceso de lavado se realiza con agua potable y escobilla.

### **2.5.3.2. Molienda, combustión**

Se muele las conchas de abanico, alrededor de 4 kilos, en el molino de bolas por un tiempo aproximado de 1 hora, con 2000 revoluciones, luego se lleva a

los hornos utilizados en la quema de ladrillos, a una temperatura aproximada de 850°C a 950°C por el lapso de 8 horas de manera ascente.

### **Granulometría**

Se peso 300 gramos y se lava los finos, menores a 44 micras con la malla N°325, después se seco al horno a 150 C°± por 24 horas, finalmente se tamizo con las mallas #100 #200 #300.

### **Peso específico ASTM C 188-95**

Se peso (W) de conchas de abanico molido y quemado, se coloca en el equipo baño maría a 28c° por espacio de 20 minutos el frasco Le chatelier con el liquido a nivel de cero de modo que la temperatura del agua y del liquido den la misma temperatura, se procede a medir el volumen inicial (Vi) posteriormente se coloca con cuidado las conchas de abanico molido y quemado sin dejar material pegado dentro el frasco, finalmente se lleva al equipo baño maría otros 20 minutos para equilibrar las temperaturas y se mide el volumen final (Vf)

#### **2.5.4. Diseño de mezcla para diseño por resistencia (ACI 211.1)**

Los bloques de concreto se diseñan para la resistencia de 127 kg/cm<sup>2</sup> como requisito para bloques estructurales sobre la área neta mínima ver tabla N°2.

##### **2.5.4.1. Determinar la Resistencia Requerida (f'cr)**

El f'cr es aplicable cuando no se dispone de resultados para definir la desviación estándar (Pasquel, 1999, p. 164). En la tabla inferior nos indica el aumento de resistencia que se da al fc inicial.

Tabla 17  
*F'cr requerido para el diseño*

F'cr Especificado	f'cr (kg/cm <sup>2</sup> )
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 85
Mayor a 350	f'c*1.1 + 50

*Nota.* tomado de "Diseño de mezclas para la elaboración del concreto Estructural - metodo comite 211 del ACI" de C.Villegas, 2014, p. 14)

#### 2.5.4.2. Selección del Asentamiento (Slump)

Tabla 18  
*Consistencia y asentamiento*

Consistencia	Asentamiento
Seca	0'' - 2''
Plástica	3'' - 4''
Fluida	≥ 5''

*Nota.* Tomado de "diseño de mezclas de concreto" de S. Laura, 2006

#### 2.5.4.3. Selección del Tamaño Máximo Nominal

La Norma Técnica de Edificación E 0.60 prescribe que el agregado grueso no debe ser mayor de:

- 1/5 de la menor dimensión entre las caras de encofrados; o
- 1/3 del peralte de la losa; o
- ¾ del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de pre esfuerzo. (Jaime & Portocarrero, 2018, p. 63)

#### 2.5.4.4. Determinación del Contenido de Aire Atrapado

En la siguiente tabla nos indica el porcentaje de aire atrapado según el tamaño nominal del agregado grueso.

Tabla 19  
*Contenido de Aire Atrapado*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Porcentaje de aire atrapado
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.2

*Nota* tomado de (Laura, 2006)

#### **2.5.4.5. Determinación del Volumen de Agua**

Todos los métodos de diseño de mezclas exactos, se basan en el principio de considerar en el calculo, los volúmenes de los componentes sin incluir los vacios entre ellos, de manera que sumados conjuntamente con el aire que atrapa el concreto suministren la unidad de medida que se este adoptando. (Pasquel, 1999, p. 173)

La cantidad de agua (por volumen unitario de concreto) que se requiere para producir un asentamiento dado, depende del tamaño máximo nominal del agregado, de la forma de las partículas y gradación de los agregados y de la cantidad de aire incluido (Jaime & Portocarrero, 2018, p. 64)



Tabla 20  
*Volumen de Agua por Metro Cúbico*

Requisito de agua de mezclado en función del TMN y el asentamiento en pulgadas									
SLUMP	TMN								
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"	
1"- 2"	205	200	185	180	160	155	145	125	Sin
3"- 4"	225	215	200	195	175	170	160	140	aire
6"- 7"	240	230	210	205	185	185	170	-	incor
1"- 2"	180	175	165	160	145	140	135	120	Con
3"- 4"	200	190	180	175	160	155	150	135	aire
6"- 7"	215	205	190	185	170	165	160	-	incor

*Nota* tomado de "Diseño de mezclas para la elaboración del concreto estructural- método comite 211 del ACI" por C. Villegas, 2014 ,p. 22

#### 2.5.4.6. Elección de la Relación agua/cemento

Jaime & Portocarrero (2018) nos dice. "Es importante que la relación agua/cemento seleccionada con base en la resistencia, satisfaga también los requerimientos de durabilidad" (p. 64).

Tabla 21  
*Relación Agua cemento*

f'cr	Relación (a/c) y la resistencia f'cr	
	Sin	Con
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.6
150	0.8	0.71

*Nota* tomado de "Diseño de mezclas para la elaboración del concreto estructural- método comite 211 del ACI" por C. Villegas, 2014 ,p. 22

#### Cálculo del Contenido de Cemento

$$P_{\text{cemento}} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{V_{\text{agua}} (\text{lt}/\text{m}^3)}{\text{relacion } \frac{a}{c}} \quad (8)$$

#### 2.5.4.7. Selección del Peso Específico del Cemento

Se selección el peso especifico o densidad de las especificaciones del cemento

Tabla 22  
*Propiedades físicas y Químicas del Cemento Sol Tipo 1*

Parámetro	Unidad	Cemento tipo Sol	Requisitos 334.009/ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	cm <sup>2</sup> /g	3361	Máximo 2600
Densidad	g/ml	3.12	No especifica

*Nota.* Tomado de UNACEM

#### 2.5.4.8. Selección del Peso del Agregado Grueso

Se calcula con la siguiente tabla

Tabla 23  
*Volumen del Agregado por m<sup>2</sup>*

Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto (b/b.)					
TN	Modulo de finura de la Arena				
Máximo	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69	0.67
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70
3"	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

Nota tomado de "Diseño de mezclas para la elaboración del concreto estructural- método comite 211 del ACI" por C. Villegas, 2014 ,p. 22

Cantidad de agregado grueso por cada metro cuadrado

$$P. Sec. A. Grueso(kg/m^3) \quad (9)$$

$$= \frac{b}{b_0} x(P. Unitario Compactado de la A. Grueso)$$

Tabla 22: Peso del agregado grueso por unidad de volumen concreto

Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los Materiales

$$Vol. A. Fino(m^3) \quad (10)$$

$$= 1 - (Vol. Agua + Vol. Aire + Vol. Cemento + Vol. A. Grueso)$$

Dónde:

$$Vol. Agua = \frac{P_{agua}}{Pe_{agua}}$$

Vol. Aire = será 0 en esta dosificación

$$Vol. Cemento = \frac{P_{cemento}}{Pe_{cemento}}$$

$$Vol. A. Grueso = \frac{P_{A.grueso}}{Pe_{A.grueso}}$$

Cálculo del Peso en Estado Seco del Agregado Fino

$$Peso_{A.fino} = volumen_{A.fino} * Pe_{A.fino} \quad (11)$$

Corrección del Diseño por el aporte de humedad de los agregados

$$Peso humedo_{A.grueso} = cantidad de_{A.grueso} * \left(1 - \frac{\%W_{A.grueso}}{100}\right) \quad (12)$$

$$\text{Peso humedo}_{A.fino} = \text{cantidad de}_{A.fino} * \left(1 - \frac{\%W_{A.fino}}{100}\right) \quad (13)$$

Cálculo de Agua Efectiva

$$\text{Agua}_{A.grueso} = \left(\frac{\%A_{A.grueso} - \%W_{A.grueso}}{100}\right) * \text{cantidad}_{A.grueso} \quad (14)$$

$$\text{Agua}_{A.fino} = \left(\frac{\%A_{A.fino} - \%W_{A.fino}}{100}\right) * \text{cantidad}_{A.fino} \quad (15)$$

$$\text{Agua efectiva} \quad (16)$$

$$= \text{Cantidad de agua} - (\text{Agua}_{A.grueso} - \text{Agua}_{A.fino})$$

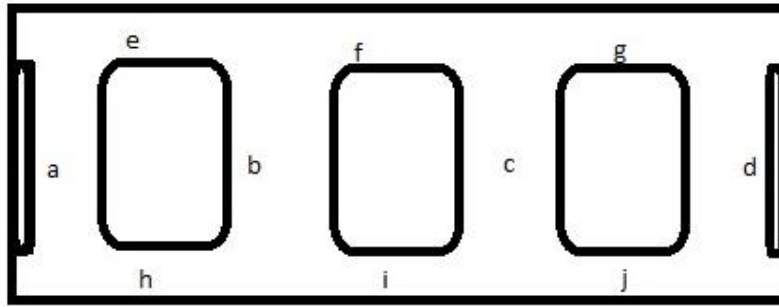
#### Presentación del diseño en estado húmedo

- Agua: l/m<sup>3</sup>
- Cemento: kg/m<sup>3</sup>
- Piedra: kg/m<sup>3</sup>
- Arena: kg/m<sup>3</sup>

#### 2.5.4.9. Determinación del volumen de concreto a utilizar

##### Medición del bloque

Se utiliza un calibre vernier digital para hallar las dimensiones, 3 medidas por cada lado para hallar el área, se utiliza una wincha de mano para determinar la altura.



*Ilustración 10: Dimensiones del bloque de concreto*

#### **2.5.4.10. Refrentado con yeso cemento (NTP 399.604)**

Se extiende uniformemente la mezcla de yeso con cemento de alta resistencia con agua en una superficie no absovente luego de colocar con aceite luego se coloca la superficie del bloque a refrentar presionando firmemente hacia abajo el bloque con un solo movimiento de tal forma que el eje sea perpendicular a la superficie de refrentado el espesor medio será paroximado de 3 mm.

#### **2.5.5. Ensayos en el concreto**

##### **2.5.5.1. Medición del Asentamiento en estado fresco (NTP 339.035)**

Fijar el molde en el lugar de llenado pisando las aletas previamente humedecido, llenar el molde en 3 capas de igual volumen compactando con la varilla 25 golpes con distribución uniforme y penetrando ligeramente la capa inferior

Al compactar la última capa se deberá estar siempre con concreto sobre el molde, se enrasa la superficie retirando el concreto sobrante del cono y plancha levantando verticalmente el molde en  $5 \pm 2$  segundos, sin girarlo o moverlo lateralmente.

### 2.5.5.2. Medición de la Resistencia a la Compresión en estado endurecido (NTP 399.604:2002)

El refrentado será de yeso - cemento mezclado con agua de espesor medio que no excederá el 3.2 mm , colocadas al menos 2 horas antes del ensayo de resistencia a la compresión. La maquina de ensayo tendra equipadas con 2 bloques de soporte de acero el primero rotula con plato que transmitara la carga a la superficie superior del especimen y la otro un bloque rigido y plano sobre el cual descansara el especimen.

Se colocara el especimen en el centroide de sus superficies de apoyo alineada verticamente con el centro de empuje de la rotula de la maquina de ensayo al ser unidades huecas estas se ensayaran con sus paredes en dirección vertical, estos especímenes deben ser libres de humedad visible o manchas de humedad.

La velocidad de ensayo de aplicacion de la carga hasta la mitad de la máxima carga prevista a cualquier velocidad conveniente, se corregirá con los factores de corrección de relación altura espesor.

del área bruta para el bloque se calcula con la siguiente fórmula:

$$Mpa = \frac{P_{max}}{A_g} \quad (17)$$

Dónde:

F'c : Resistencia de rotura a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>).

Pmax : Carga (N)

A<sub>g</sub> : Área bruta del espécimen, mm<sup>2</sup>

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS

### 3.1. Caracterización de los agregados y de las adiciones

Se realiza los ensayos de granulometría de los agregados y de las adiciones ver tabla 29, 30 ,31 ,32. contenido de humedad, peso unitario suelto y compactado, absorción y peso específico del confitillo la arena gruesa, para las adiciones de Ccab su peso especifico además la Cca su peso especifico y su nivel de amorficidad por medio de difracción de rayos. Se muestra en la siguiente tabla los ensayos a los agregados como requisito para el diseño de mezcla.

*Tabla 24  
caracterizacion de los agregado y adiciones*

Ensayo	Caracterización de los agregados	
	Agregado fino	confitillo
Tamaño máximo nominal		
Modulo de fineza	2.97	
Contenido de humedad	1.05	0.34
Peso Unitario Suelto	1559.54 kg/m <sup>3</sup>	1419.04 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto Compactado	1772.63 kg/m <sup>3</sup>	1524.41 kg/m <sup>3</sup>
Peso especifico	2.61g/cm <sup>3</sup>	2.72g/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.24%	0.91%
	CCAB	CCA
Peso especifico	2.63gr/cm <sup>3</sup>	2.23 gr/cm <sup>3</sup>

### 3.2. Diseño de mezcla por el método ACI 211.1

Se realiza el diseño de mecla por peso por el método ACI con los datos requeridos mediante ensayos a los agregados, por el apegamiento de la mezcla debido a la

vibración se modifico el diseño inicial para lograr el desmolde, aumentando arena y quitando confitillo.

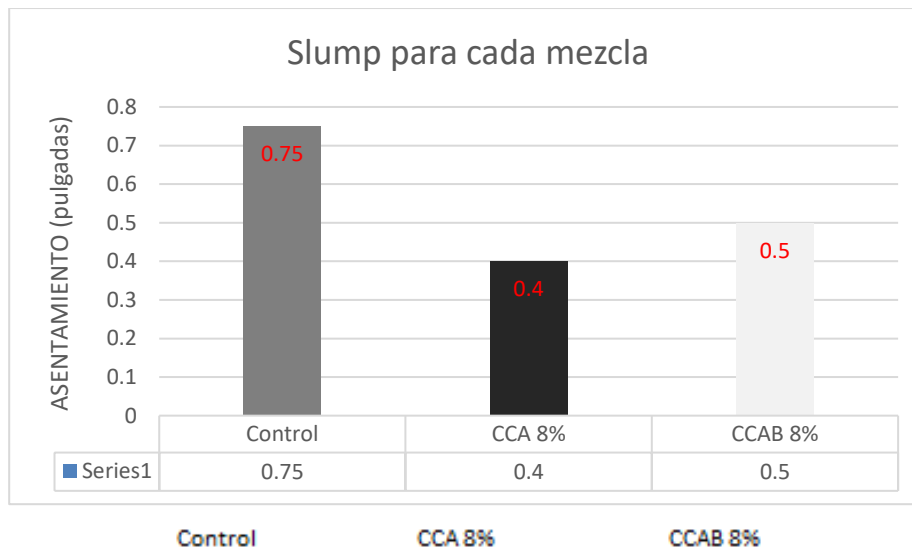
Tabla 25

*Diseño para cada grupo de 4 bloques +7% merma +0.1l de agua*

	<b>Control</b>		<b>Cca (8%)</b>		<b>Caab (8%)</b>	
	4 bloques		4 bloques		4 bloques	
Agua	5.48	kg.	5.48	kg.	5.48	kg.
cemento	7.54	kg.	6,937	kg.	6,937	kg.
CA	-	-	-	-	0.603	kg.
CCA	-	-	0.603	kg.	-	-
Confitillo	14.41	kg.	14.41	kg.	14.41	kg.
Arena	30.73	kg.	30.73	kg.	30.73	kg.
Total	58.17	kg.	58.17	kg.	58.17	kg.
			a/c =0.73			
			agua 9.43%			

### 3.3. Asentamiento

Asentamiento de los grupos de bloques control y de las adiciones.





### 3.4. Resistencia a la compresión de bloques de concreto sin adicionar ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico.

Se obtiene la resistencia de compresión axial del grupo de bloques de control.

Tabla 26

*Resistencia a la compresión de especímenes sin adición*

# Especimen	Edad	Bloques sin adición (control)				
		longitud	Ancho	Area	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
1	28	37.60	12.11	455.34	41235	90.56
2	28	37.58	12.07	453.59	39380	86.82
3	28	37.61	12.02	452.07	38935	86.13
4	28	37.62	11.98	450.69	34855	77.34
Promedio					38601	<b>85.21</b>

### 3.5. Resistencia a la compresión de bloques de concreto con la adición de ceniza de conchas de abanico al 8% de sustitución del peso del cemento por metro cúbico.

Se obtiene la resistencia de compresión axial del grupo de ceniza de conchas de abanico.

Tabla 27

*Resistencia a la compresión de especímenes con Ceniza de Conchas de abanico*

# Especimen	Edad	Bloques con sustitución del 8% de Conchas de abanico				
		longitud	Ancho	Area	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
1	28	37.58	12.01	451.34	33125	73.39
2	28	37.59	12.08	454.09	36980	81.44
3	28	37.62	12.05	453.32	35570	78.47
4	28	37.60	12.02	451.95	3405	73.91
Promedio					34770	<b>76.80</b>

### 3.6. Resistencia a la compresión de bloques de concreto con la adición de ceniza de cascarilla de arroz al 8% de sustitución del peso del cemento por metro cúbico.

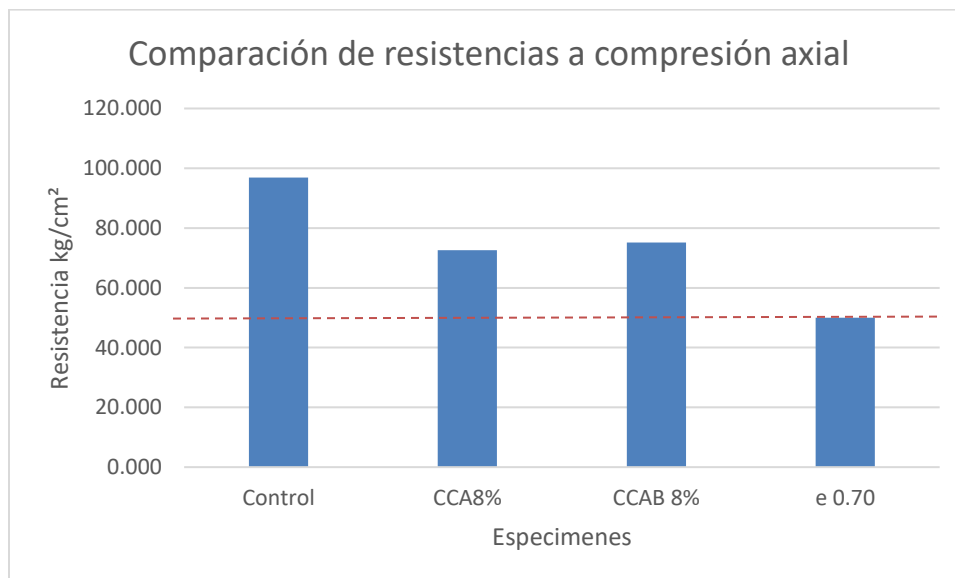
Se obtiene la resistencia de compresión axial del grupo de ceniza de cascarilla de arroz.

Tabla 28

*Resistencia a la compresión de especímenes con Ceniza de cascarilla de arroz*

# Especimen	Edad	Bloques con sustitución del 8% de Ceniza de cascarilla de arroz				Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
		longitud	Ancho	Area			
1	28	37.58	12.01	451,34	32985	73.08	
2	28	37.61	12.06	453.58	33120	73.02	
3	28	37.60	12.10	454.96	35165	77.29	
4	28	37.59	12.08	454.09	34820	76.68	
Promedio					36226	<b>75.02</b>	

#### 3.6.1. Comparación de resistencias del grupo de control con las adiciones



*Ilustración 11 comparacion de resistencias con la resistencia mínima para bloques estructurales*

De la figura 10 nos muestra que el grupo de bloques de control supera en resistencia al grupo de bloques con sustitución de ceniza de cascarilla de arroz en un 13.84 % y al grupo de bloques con ceniza de conchas de abanico en un 10.95%, los bloques pertenecientes a las adiciones superan la resistencia establecida de 50 kg/cm<sup>2</sup> para los bloques estructurales, el grupo de bloques de ceniza de conchas de abanico supera a la mezcla de ceniza de cascarilla de arroz en 2.38 %.

### 3.7. Costo beneficio de los materiales utilizados.

Se realiza el costo por metro cubico de para los diferente grupos

Tabla 29

*Costo en materiales por cada metro cubico para el grupo de control*

Dosificación de mezcla control f <sup>b</sup> para 1 m <sup>3</sup>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unidad (S/.)	Costo Parcial (S/.)
Cemento	Bolsas	6.998	23.5	164.45
Arena	m <sup>3</sup>	0.701	55	38.56
Confitillo	m <sup>3</sup>	0.476	55	26.18
Agua	m <sup>3</sup>	0.213	15	3.20
			Total	232.39

Tabla 30

*Costo en materiales por cada metro cubico para el grupo con ceniza de conchas de abanico*

Dosificación de mezcla con ceniza de conchas de abanico para 1 m <sup>3</sup>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unidad (S/.)	Costo Parcial (S/.)
Cemento	Bolsas	6.438	23.5	151.93
Arena	m <sup>3</sup>	0.701	55	38.56
Confitillo	m <sup>3</sup>	0.476	55	26.18
Agua	m <sup>3</sup>	0.213	15	3.20
Ccab	kg	23.76	5.565	132.224
			Total	339.577

**Tabla 31**
*Costo en materiales por cada metro cubico para el grupo de ceniza de cascarilla de arroz*

Dosificación de adicionando ceniza de cascarilla de arroz para 1 m <sup>3</sup>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unidad (S/.)	Costo Parcial (S/.)
Cemento	Bolsas	6.438	23.5	151.93
Arena	m <sup>3</sup>	0.701	55	38.56
Confitillo	m <sup>3</sup>	0.476	55	26.18
Agua	m <sup>3</sup>	0.213	15	3.20 P
Cca	kg	23.76	0.447	10.623
			Total	229.856

**Tabla 32**
*Costos por metro cubico de los grupos de las adiciones y control*

Control	CCA	CCAB
S/. 232.39	S/. 229.856	S/. 339.577

El costo de la utilización del CCA es menor que el costo del grupo de control y por tanto mayo beneficio económico.

El costo de la utilización del CCAB es mayor que el costo del grupo de control y por tanto menor beneficio económico.

### 3.8. Estadística descriptiva de los resultados

Se procedió a realizar la estadística descriptiva de los resultados de los diferentes grupos

### 3.8.1. Grupo de control

Tabla 33

*Estadística descriptiva de los resultados del grupo de control*

Promedio	Varianza	Desviación estandar	Coefficiente de variacion
85.21	31.33	5.60	6.5%

### 3.8.2. Grupo con sustitución de ceniza de conchas de abanico

Tabla 34

*Estadística descriptiva de los resultados del grupo de ceniza de conchas de abanico*

Promedio	Varianza	Desviación estandar	Coefficiente de variacion
76.80	14.77	3.84	5%

### 3.8.3. Grupo con sustitución de ceniza de cascarilla de arroz

Tabla 35

*Estadística descriptiva de los resultados del grupo de ceniza de conchas de abanico*

Promedio	Varianza	Desviación estandar	Coefficiente de variacion
75.02	5.22	2.29	3%

## CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

En estado fresco las mezclas de concreto de los grupos de control y de las sustituciones los resultados del slump son cercanos entre 0.4 a 0.75 cm, en estado endurecido la dosificación del grupo de control superó en resistencia a compresión axial a los 28 días a las dosificaciones de CCA en 13.00 % y a la CCAB en 10.95 %, la resistencia a la compresión de la CCAB es mayor en 1.85% a la CCA.

Contrastación con investigaciones anteriores: La investigación de (Jaime & Portocarrero, 2018) la adición de ceniza de cascarilla de arroz en probetas circulares de concreto aumenta su resistencia en un 25% con respecto a la probeta de control a los 28 días de curado, alcanzando 231 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia la probeta con adición del 8%,

En la investigación de (Gutierrez, 2017) sustituye la CCA por cemento en ladrillos de concreto al 10%, mejorando la resistencia en 7.88% con respecto al grupo de control llegando a 277.48 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado.

En la investigación de (Villegas, 2012) la ceniza de cascarilla de arroz con sustitución del 10% en bloques de concreto, logró la resistencia mayor de 11% con respecto a la muestra de control alcanzando 89 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Los resultados obtenidos de (Molina et al, 2015) la sustitución de ceniza en bloques no estructurales a 28 días dio como resultado 1.439 MPa superando a los bloques de control con 1.046 MPa en un 36%.

En la investigación de (Flores & Mazza, 2014) en su tesis concluye que para un  $f'c$  de  $175\text{kg}/\text{cm}^2$  obtuvo resistencias promedio mayores con 28 días al concreto patron, igualmente para la dosificación de  $f'c = 210\text{kg}/\text{cm}^2$

En la investigación de (Villegas, 2012) el costo de la ceniza de cascarilla de arroz proceso en el cual se muele es de s/. 0.15 por kilo.

Al comparar los resultados de los investigadores anteriormente mencionados, la presente investigación determinó que la adición de la ceniza de conchas de abanico y la ceniza de cascarilla de arroz por el cemento no influye de manera positiva en el aumento de los bloques de concreto.

El costo que propuso en esta investigación para el uso de la CCA es de S/. 0.447 por kilo y para la CCAB es de S/. 5.565 de modo que no coincidimos con la investigación de Villegas en el costo de la ceniza de cascarilla de arroz.

El nivel de fineza de la ceniza de cascarilla de arroz en referencia con la malla #325 fue de 45 % retenido por dicha malla, la norma establece para las puzolanas naturales como máximo 34%, se infiere que al no llegar al nivel de fineza requerido influyo en el resultado de su resistencia, de igual modo para las conchas de abanico el porcentaje retenido fue de 50, un poco menos fino que la ceniza de cascarilla de arroz.

El análisis químico de la ceniza demuestra mediana amorficidad debido a pocos picos pronunciados, véase anexo 1, Figura 1; esto se debió al tiempo de calcinación que fue de 8 horas y con temperaturas de  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ , eso influyo en la cristalización. La mejora de la resistencia generalmente se da con una elevada amorficidad eso se da a temperaturas muy controladas e inferior a 800 grados.

## 4.2. Conclusiones

Se determino que la resistencia a compresión de bloques de concreto sin adicionar ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico resulta de  $85.21 \text{ kg/cm}^3$ . siendo la de mayor resistencia de los grupos.

Se determino la resistencia a la compresión de bloques de concreto con la adición de ceniza de cascarilla de arroz al 8% de sustitución del peso del cemento por metro cúbico resulto en  $76.80 \text{ kg/cm}^3$ .

Se determino la resistencia a la compresión de bloques de concreto con la adición de ceniza de conchas de abanico al 8% de sustitución del peso del cemento por metro cúbico resultando  $75.02 \text{ kg/cm}^3$ .

El análisis de costo beneficio de los resultados encontrados en el análisis de costos nos indica que la utilización de CCA existe un ahorro de 3 soles por  $\text{m}^3$  de concreto con respecto al costo de la dosificación de control que asciende a S/.232.39 soles, mientras la utilización de CCAB existe un sobre costo de S/.110 soles con respecto al grupo de control.

En relación a lo expuesto la sustitución de Ceniza de cascarilla de arroz y Ceniza de conchas de abanico al 8% en sustitución del peso del cemento permite la fabricación de bloques de concreto estructural, ya que todos los especímenes superan los  $50 \text{ kg/cm}^2$  establecidos por el reglamento nacional de edificaciones E0.70.

## 4.3. Recomendaciones

Se recomienda realizar estudios en bloques de concreto que incorporan ceniza de conchas de abanico y la ceniza de cascarilla de arroz con porcentajes de 6%, 10% para cada ceniza y combinación entre ellas con porcentajes no mayores al 12%



Se recomienda usar la ceniza de cascarilla de arroz proveniente de la utilización como combustible en ladrilleras en la incorporación a bloques de concreto con porcentajes del 6% al 10 %

Se recomienda elaborar prismas y muretes con las adiciones antes mencionadas para evaluar su comportamiento estructural a nivel de muros.

Se recomienda formar un comité de tesis en las universidades para el dialogo continuo con las autoridades académicas, directores, asesores, técnicos, para el óptimo desarrollo de las futuras investigaciones.

## REFERENCIAS

- Aguilar, M. G., & Consuelo, M. (2017). *Resistencia característica a compresión axial de ladrillo de concreto al incorporar ceniza de cáscara de arroz* [título Profesional, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Académico de la UPN. <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12675>
- Akarley, D. F., & Florian, C. E. (2019). *Caracterización de las propiedades de albañilería y muretes conformados por bloques de concreto en adición de conchas de abanico* [título Profesional, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio Académico de la UPAO. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4763>
- Arenera San Martín de Porras S.A. (sin fecha). *Confitillo*. Recuperado 13 de octubre de 2019, de <http://www.arenerasanmartin.com/confitillo.html>
- Arrieta, J., & Peñaherrera, E. (2001). *Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora*. Cismid. <http://www.cismid.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2019/12/E01A.pdf>
- Assureira, E. (2016). *Evaluación de la cascarilla de arroz para su uso como fuente alternativa de energía en los sectores doméstico y comercial*. Grupo de Investigación Carbón Biomasa - PUCP. <http://carbonbiomasa.pucp.edu.pe/articulo/evaluacion-de-la-cascarilla-de-arroz-para-su-uso-como-fuente-alterna-de-energia-en-los-sectores-domestico-y-comercial/>
- Bienvenido, A. (2012). Análisis Coste beneficio. *eXtoikos*, 5, pp.147-149. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5583839.pdf>
- Burgos, E. G. (2012). Variación del módulo de finura del agregado fino de 3.0 a 3.6 en concretos de mediana a baja resistencia [título profesional, Universidad Nacional de

Ingeniería].Repositorio

Institucional

UNI.

<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3413>

Comercio, R. E. (2018, agosto 3). *Exportación de concha de abanico alcanzará US\$100 millones al año*. El Comercio. <https://elcomercio.pe/economia/peru/exportacion-conchas-abanico-alcanzara-us-100-millones-ano-noticia-543095-noticia/>

Delvasto, S., & Robayo, R. (2013). Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero. *Revista de la Construcción*, 12(2). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4869253>

Flores, L. Y., & Mazza, J. S. (2014). *Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto* [título profesional, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Académico de la UNS. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/1912/27226.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Huaroc, A.H. (2017). *Influencia del porcentaje de micro sílice a partir de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y peso unitario de un concreto mejorado* [título profesional, Universidad Privada del Norte]. Trujillo, Perú.

Iglesias, F. A., & Yupanqui, R. E. (2016). *Utilización de la ceniza de cáscara de arroz del valle de Majes como adición al cemento para la elaboración de concreto con resistencias 140 kg/cm<sup>2</sup>, 175 kg/cm<sup>2</sup>, 210 kg/cm<sup>2</sup>, 280 kg/cm<sup>2</sup> y 350 kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Arequipa* [título profesional, Universidad Católica Santa María]. Repositorio institucional de la Universidad Católica Santa María. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5557>

- INEI. (2017a). *Encuesta Nacional de Programas Presupuestales 2011-2017*. inei.gob.pe.  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1520/  
libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1520/libro.pdf)
- INEI.(2017b). *Perú: Crecimiento y distribución de la población, 2017* inei.gob.pe.  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1530/  
libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf)
- Jaime, M., & Portocarrero, L. (2018). *Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018* [título profesional, Universidad Privada del norte]. Repositorio Académico de la UPN.<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13593/JaimeHuertasMiguelAngelPortocarreroRegaladoLuisAlberto.pdf?sequence=4>
- Kishore, R., Bhikshma,V. & Prakash, P.(2011). Study on strength characteristics of high strength rice husk ash concrete. *Procedia Engineering* 14 (1) pp.2666–2672.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705811014123>
- Matienzo, J.G. (2018). *Resistencia a la compresion de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por la combinacion de un 8% por el polvo de la concha de abanico y 12% por las cenizas de la cascara de arroz-2017* [título profesional, Universidad San Pedro]. Repositorio Académico de la Universidad San Pedro.  
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5476>
- Ministerio de Agricultura. (2018, agosto 24). *Informe coyuntural de arroz*. Ministerio de agricultura. <https://es.scribd.com/document/412491122/Informe-coyuntura-arroz-280818-0-docx>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Estudio de Demanda de Vivienda a Nivel Nacional*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/177934-estudio-de-demanda-de-vivienda-a-nivel-nacional>

Molina, N. F., Fragozo, O. I., & Vizcano, L. (2015). Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(2), pp.99. <https://doi.org/10.18359/rcin.1434>

Montero, D. A. (2017). *Uso de la ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo parcial del cemento en la fabricación de hormigones convencionales en el Ecuador*. [título profesional, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio Institucional USFQ <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6412>

Morales, L. E. M. (2013). *Evaluación y mejoramiento de la calidad de los bloques de concreto de tres bloqueteras de Puerto Maldonado-Madre de Dios* [título profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional Alicia <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3793>

Nizama, D. R. (2014). *Valoración de residuos crustáceos para concretos de baja resistencia* [título profesional, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional PIRHUA <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2194>

Pasquel, E. (1999). *Tópicos de Tecnología del Concreto (segunda ed.)*, Lima, Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.

PERU21, N. (2017, septiembre 29). *Trujillo: El 75% de las edificaciones se hicieron de manera informal PERU*. Peru21; NOTICIAS PERU21. <https://peru21.pe/peru/trujillo-75-edificaciones-hicieron-manera-informal-377945-noticia/>

Rivva, E.(2000). *Naturaleza y materiales del concreto*.1 ed. Perú: Aciperú. 2000. 390p

Sierra, J. (2009). *Alternativas de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en Colombia.*

(2009).[monografía, Universidad De Sucre].Repositorio Académico de la Universidad  
de Sucre. <https://repositorio.unisucree.edu.co/bitstream/001/2111/2/333.794S571.pdf>

Villegas, C. (2012). *Utilización De Puzolanas Naturales En La Elaboración De Prefabricados Con Base Cementicia Destinados A La Construcción De Viviendas De Bajo Costo* [título de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1304>

NTP 399.602 (2017).*Norma técnica Peruana Unidades de albañilería: Bloques de concreto para uso estructural. Requisitos. 2ª Edición*

NTP 399.604 (2002).*Norma técnica Peruana Unidades de albañilería: Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.*

Norma E.070 (2006) Albañilería. *Lima, Perú:Reglamento nacional de edificaciones*

## ANEXOS

### Anexos 1: Difraccion de rayos X a la ceniza de cascarilla de arroz



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**LABICER (Laboratorio N° 12)**  
**ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN**



### INFORME TÉCNICO N° 1980 – 19 – LABICER

1. DATOS DEL SOLICITANTE
  - 1.1 SOLICITANTE : ISRAEL JAMIN SANTIVÁNEZ TOMAS
  - 1.2 DNI : 44694170
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 06 / 11 / 2019
  - 2.2 FECHA DE ANÁLISIS : 07 / 11 / 2019
  - 2.2 FECHA DE EMISIÓN : 08 / 11 / 2019
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : D1 MUESTRA DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ PULVERIZADA
  - 4.2 TESIS : "INFLUENCIA DE LA CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ Y LAS CONCHAS DE ABANICO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN BLOQUES DE CONCRETO"
5. LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 22.3°C; Humedad relativa: 64%
7. EQUIPO UTILIZADO : DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X. PANALYTICAL, EMPYREAN.
8. RESULTADO

COMPUESTO	FÓRMULA	RESULTADOS %	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de silicio (Cristobalita)	SiO <sub>2</sub>	79.88	Difracción de Rayos X <sup>(*)</sup>
Grafito-2H	C	4.28	
Sulfato de potasio y aluminio hidratado (Alum-K)	KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub>	15.22	
Silicatos de sodio, calcio y aluminio	(Na,Ca)Al(Si <sub>3</sub> Al) <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	0.62	

(\*) Ver difractograma en ANEXO.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO  
 El informe técnico es válido sólo para la muestra y las condiciones indicadas en el ítem uno (1) y cuatro (4) del presente informe técnico.

  
 Bach. Nedía Rodríguez  
 Analista Químico  
 LABICER – UNI

  
  
 M.Sc. Otilia Acha de la Cruz  
 Responsable de análisis  
 Jefe de Laboratorio  
 CQP 202

(\*) El Laboratorio no se responsabiliza del material ni de la procedencia de la muestra.

INFORME TÉCNICO N° 1980 -19- LABICER

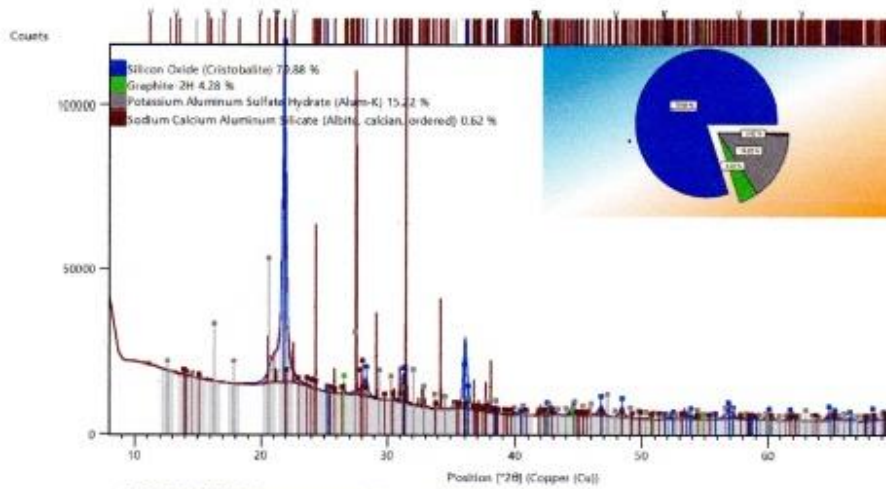
Página 1 de 2

Av. Típac Amaru 210 Lima 31, Perú. Teléfono: 382 0500. Correos: [labicer@uni.edu.pe](mailto:labicer@uni.edu.pe) / [otilia@uni.edu.pe](mailto:otilia@uni.edu.pe)





**FIGURA N°1.** Muestra de ceniza de cáscara de arroz pulverizada.



**FIGURA N°2.** Difractograma de la muestra de ceniza de cáscara de arroz pulverizada



**FIGURA N°3.** Equipo de difracción de Rayos X con la muestra de ceniza de cáscara de arroz colocada en el automuestreador del equipo



## Anexos 2: Certificado de ensayos del laboratorio de la Universidad Privada del Norte

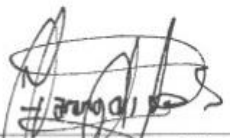


### CERTIFICADO DE ENSAYO EN LABORATORIO

Juan Carlos Huaranga Calixto, Hace constar que el alumno Israel Santivañez Tomas con código N000144771 ha realizado los ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso específico, absorción, contenido de humedad de sus agregados y aditivos, curado, revestimiento y rotura de bloques de concreto en las instalaciones del laboratorio de concreto de la universidad privada del norte sede breña, ensayos requeridos para su tesis "Influencia de la ceniza de cascariila de arroz y las conchas de abanico sobre la resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural, Lima 2019".

Se expide el certificado a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima, 09/12/19

  
Juan Carlos Huaranga Calixto  
Supervisor de Laboratorio

	NORMA NTP 399.064	Código	AE-PG-101
	METODO DE PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN BLOQUES DE CONCRETO	Fecha	16-12-2019
		Página	1 de 1

PROYECTO	: Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz y las conchas de abanico sobre la resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural, Lima 2019"	
ESTUDIANTE	: Israel Jamín Santivañez Tomás	REALIZADO POR :
FECHA DE EMISIÓN	: 10/12/2019	REVISADO POR : Juan C. Huaranga
EQUIPO	: Máquina universal FORNEY : Certificado de Calibración CMC-034-2018	
Tipo de muestra	: Concreto endurecido	
Presentación	: Bloques de concreto 40*12*20	
Fc de diseño	: 127 kg/cm <sup>2</sup>	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	AREA	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO	% Fc
ESPECIMEN N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 127 kg/cm <sup>2</sup>	06/11/2019	04/12/2019	28 días	455.34	41235	90.6 kg/cm <sup>2</sup>	71.3
ESPECIMEN N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 127 kg/cm <sup>2</sup>	06/11/2019	04/12/2019	28 días	453.59	39300	86.8 kg/cm <sup>2</sup>	68.4
ESPECIMEN N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 127 kg/cm <sup>2</sup>	06/11/2019	04/12/2019	28 días	452.07	36935	86.1 kg/cm <sup>2</sup>	67.8
ESPECIMEN N° 04 DISEÑO PATRON Fc = 127 kg/cm <sup>2</sup>	06/11/2019	04/12/2019	28 días	450.89	34855	77.3 kg/cm <sup>2</sup>	60.9
ESPECIMEN N° 01 DISEÑO 8% CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	07/11/2019	05/12/2019	28 días	451.34	32965	73.1 kg/cm <sup>2</sup>	57.5
ESPECIMEN N° 02 DISEÑO 8% CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	07/11/2019	05/12/2019	28 días	453.58	33120	73.0 kg/cm <sup>2</sup>	57.5
ESPECIMEN N° 03 DISEÑO 8% CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	07/11/2019	05/12/2019	28 días	454.86	35165	77.3 kg/cm <sup>2</sup>	60.9
ESPECIMEN N° 04 DISEÑO 8% CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	07/11/2019	05/12/2019	28 días	454.09	34820	76.7 kg/cm <sup>2</sup>	60.4
ESPECIMEN N° 01 DISEÑO 8% CONCHAS DE ABANICO	07/11/2019	05/12/2019	28 días	451.34	33125	73.4 kg/cm <sup>2</sup>	57.8
ESPECIMEN N° 02 DISEÑO 8% CONCHAS DE ABANICO	07/11/2019	05/12/2019	28 días	454.09	36580	81.4 kg/cm <sup>2</sup>	64.1
ESPECIMEN N° 03 DISEÑO 8% CONCHAS DE ABANICO	07/11/2019	05/12/2019	28 días	453.32	32570	76.5 kg/cm <sup>2</sup>	61.8
ESPECIMEN N° 04 DISEÑO 8% CONCHAS DE ABANICO	07/11/2019	05/12/2019	28 días	451.95	33405	73.9 kg/cm <sup>2</sup>	58.2

Laboratorio de concreto UPN Lima Centro

SUPERVISOR DE LABORATORIO

Nombre y Apellido  
Juan Carlos Huaranga  
Calixto



ASISTENTE DE TESIS

Nombre y Apellido

### Anexos 3: Caracterización de los agregados

#### Granulometría

Tabla 36

*Granulometría del agregado fino*

Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Lim Inf	Lim sup
1/4"	10.58	1.19	1.19	98.81	100	100
4	54.75	6.17	7.36	92.64	95	100
8	144.92	16.34	23.70	76.30	80	100
16	193.83	21.85	45.55	54.45	55	85
30	177.86	20.05	65.61	34.39	25	60
50	121.16	13.66	79.26	20.74	5	30
100	69.39	7.82	87.08	12.92	0	10
200	41.36	4.66	91.74	8.26		
Fondo	73.23	8.26	100.00	0.00		
Total	887.1					

Nota datos elaboración propia, límite superior e inferior tomada de la norma técnica peruana (ntp 400.037) la arena gruesa fue traída de Sodimac de joquey plaza

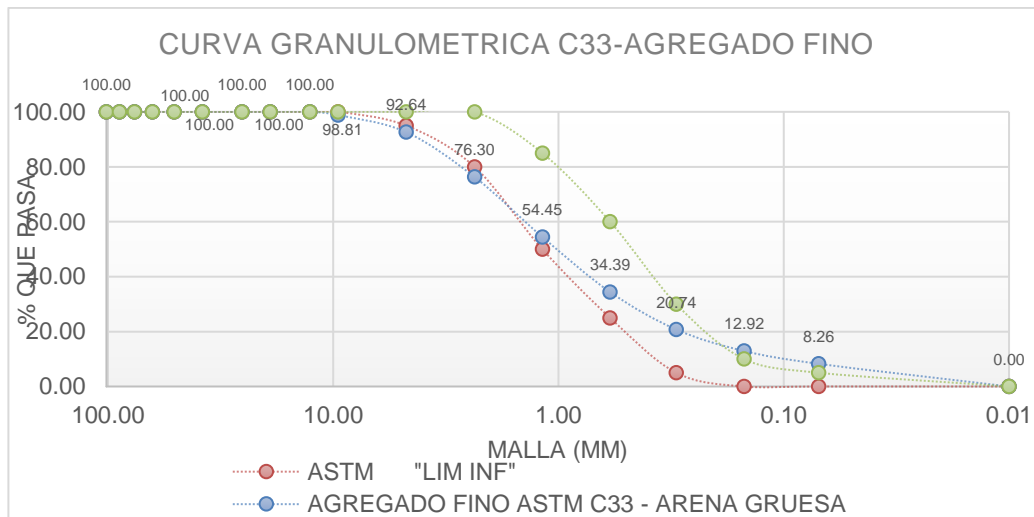


Ilustración 12: Curva granulométrica arena gruesa.

#### Modulo de fineza agregado fino

$$\frac{(6.08 + 22.19 + 43.72 + 63.48 + 76.95 + 84.66)}{100} = 2.97$$

Tabla 37  
*Granulometría del agregado grueso (confitillo)*

Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Lim Inf	Lim sup
3/8"	30.20	3.24	3.24	96.76	85	100
1/4"	702.07	75.23	78.47	21.53	-	-
4	175.24	18.78	97.24	2.76	10	30
8	25.42	2.72	99.97	0.03	0	10
16	0.23	0.02	99.99	0.01	0	5
Fondo	0.10	4.26	100	0		
Total	933.24					

Nota Se procedió a tamizar el confitillo por la malla ¼ ‘ ‘ para luego obtener su granulometría datos elaboración propia, límite superior e inferior tomada de la norma técnica peruana (ntp 400.037)

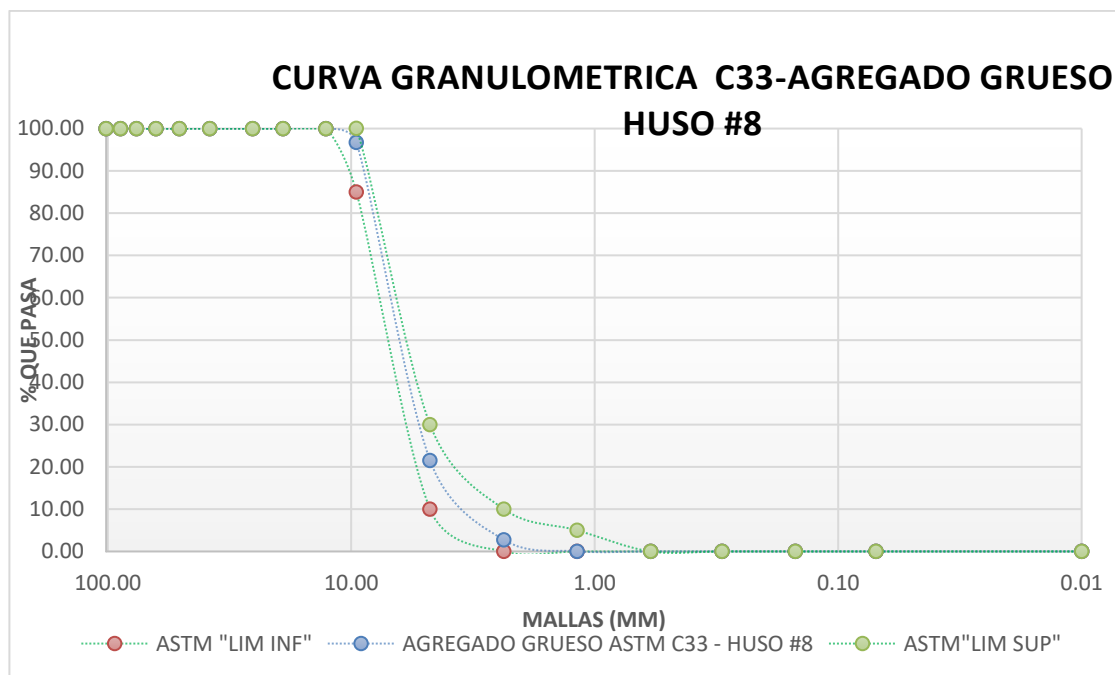


Ilustración 13: Curva granulométrica del confitillo para el Huso #8

Tabla 38  
*Granulometría de las conchas de abanico*

Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
100	83.06	26.6	26.6	73.4
200	39.38	12.6	39.2	60.8
325	36.37	11.6	50.8	49.2
<325	153.79	49.2	100	0
Total	312.60			

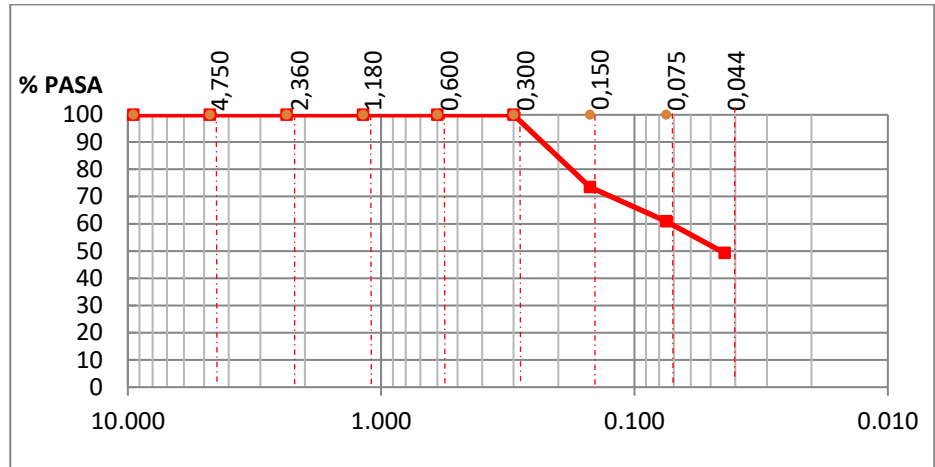


Ilustración 14: Curva granulométrica de las conchas de abanico

Tabla 39  
Granulometria de la ceniza de cascarilla de arroz

Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
100	13.80	9.1	9.1	90.9
200	23.49	15.6	24.7	75.3
325	30.79	20.4	45.1	54.9
<325	82.94	54.9	100.0	0.0
Total	151.02			

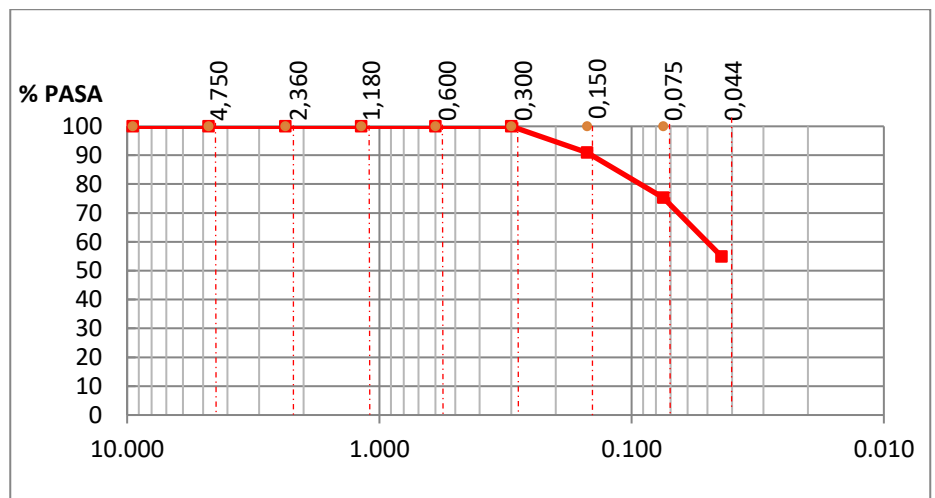


Ilustración 15: Curva granulométrica de la ceniza de cascarilla de arroz

## Humedad

Tabla 40

*Humedad arena gruesa*

Arena gruesa	
Peso arena natural	500.6 gr.
Peso arena seca	484.32 gr.
W arena	

$$W A. \text{ fino} \% = \frac{(500.6 - 484.82) * 100}{484.82} = 1.05\%$$

Tabla 41

*Humedad del confitillo*

Confitillo	
Peso confitillo natural	1097.59 gr.
Peso confitillo seco	1093.85 gr.
W confitillo	

$$W A. \text{ confitillo} \% = \frac{(1097.59 - 1093.85) * 100}{1093.85} = 0.34\%$$

## Peso unitario suelto seco

Tabla 42

*Peso unitario de la arena gruesa*

Arena gruesa	
Volumen de recipiente	0.002847 m <sup>3</sup>
1er peso de arena suelta	4.42 kg
2do peso de arena suelta	4.46 kg.
3er peso de arena suelta	4.44 kg.
Prom. peso de arena suelta	4.44
Peso unitario suelto seco	

$$PUSS \text{ fino} = \frac{4.44}{0.002847} = 1559.54 \text{ kg/m}^3$$

1559.54 1419.04

Tabla 43  
*Peso unitario del confitillo*

confitillo	
Volumen de recipiente	0.002847 m <sup>3</sup>
1er peso de confitillo	4.06 kg
2do peso de confitillo	4.04 kg.
3er peso de confitillo	4.02 kg.
Prom. peso de confitillo	4.05 kg.
Peso unitario suelto seco	

$$\text{PUSS grueso} = \frac{4.04}{0.002847} = 1419.04 \text{ kg/cm}^3$$

**Peso unitario compactado seco**

Tabla 44  
*PUC arena gruesa*

Arena gruesa	
Volumen de recipiente	0.002847 m <sup>3</sup>
1er peso de arena suelta	5.00 kg
2do peso de arena suelta	5.08 kg.
3er peso de arena suelta	5.06 kg.
Prom. peso de arena suelta	5.05 kg.
Peso unitario compactado seco	

$$\text{PUC fino} = \frac{5.05}{0.002847} = 1772.63 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 45  
*PUC confitillo*

Confitillo	
Volumen de recipiente	0.002847 m <sup>3</sup>
1er peso de confitillo	4.36 kg
2do peso de confitillo	4.30 kg.
3er peso de confitillo	4.32 kg.
Prom. peso de confitillo	4.34 kg.



---

Peso unitario compactado  
seco

---

$$\text{PUC grueso} = \frac{4.34}{0.002847} = 1524.41 \text{kg/m}^3$$

## Peso Específico y Absorción

Tabla 46

*Peso específico y absorción de la arena gruesa*

Arena gruesa	
P. sss de la muestra	671.19 gr.
P. fiola + agua	500.00 gr
P. fiola + agua + muestra	982.18 gr.
P. seco de la muestra	493.90 gr.
P. específico	
Absorción	

### Peso específico Arena gruesa

$$P_{esp\ fino} = \frac{493.9}{671.19 + 500 - 982.18} = 2.61g/cm^3$$

### Absorción Arena gruesa

$$A_{fino}\% = \frac{(500 - 493.9) * 100}{493.9} = 1.24\%$$

Tabla 47

*Peso específico y absorción del confitillo*

	Confitillo	
	M1	M2
P. sss de la muestra	896.95 gr	1120.05 gr
P. muestra sumergida en agua	570.12 gr	711.40 gr
P. seco de la muestra	889.81 gr	1109.89 gr
P. específico	2.72	2.71
Absorción	0.80%	0.91%

$$P_{esp\ confitillo\ 1} = \frac{889.81}{896.95 - 570.12} = 2.72$$

$$P_{esp\ confitillo\ 2} = \frac{1109.89}{1120.05 - 711.40} = 2.71$$

$$P_{esp\ grueso} = 2.72\ g/cm^3$$

### Absorción Agregado grueso

$$A. ag1 \% = \frac{(896.95 - 889.81) * 100}{889.81} = 0.80\%$$

$$A. ag2 \% = \frac{(1120.05 - 1109.89) * 100}{1109.89} = 0.91\%$$

$$Absorcion AG = 0.86\%$$

### Peso Específico de la CCA y CCAB

Tabla 48

*Peso específico de la ceniza de conchas de abanico*

Conchas de abanico	
Masa (W)	64.4
Volumen inicial (Vi)	0.
Volmen final (Vf)	24.7
Peso específico	2.63 gr/cm <sup>3</sup>

*Nota* El volumen final se extrapolo debido al mayor volumen que ocupa la CA en el frasco con respecto al cemento

$$Pe = \frac{64.4}{24.7 - 0.2} = 2.63 \text{ gr/cm}^3$$

Tabla 49

*Peso específico de la ceniza de cascarilla de arroz*

Ceniza de cascarilla de arroz	
Masa (W)	54.2
Volumen inicial (Vi)	0.6
Volmen final (Vf)	24.9
Peso específico	2.23 gr/cm <sup>3</sup>

*Nota* El volumen final se extrapolo debido al mayor volumen que ocupa la CCA en el frasco con respecto al cemento

$$Pe = \frac{54.2}{24.9 - 0.6} = 2.23 \text{ gr/cm}^3$$

Tabla 50  
*Composición química la ceniza de cascarilla de arroz*

Compuesto	Fórmula	Resultados %
Oxido de silicio (cristobalita)	$SiO_2$	79.88
Grafito -2H	C	4.28
Sulfatos de potasio y aluminio hidratado (Alum-k)	$KAl(SO_4)_2(H_2O)_{12}$	15.22
Silicato de sodio, calcio y aluminio	$(Na, Ca)Al(Si, Al)_3O_8$	0.62

*Nota* Fuente laboratorio LABICER, Universidad Nacional de Ingeniería

## **Anexos 4: Diseño de mezcla por el método (ACI 211.1)**

### **Diseño de mezcla para diseño por resistencia**

#### **Resistencia promedio**

$$F'_{cr} = 127 \text{ kg/cm}^2 + 70 \text{ kg/cm}^2 = 197 \text{ kg/cm}^2$$

#### **Selección del Slump**

2''

#### **Aditivos incorporadores de aire**

Sin aire

#### **Características físicas de la arena**

- Peso específico:  $2610 \text{ kg/m}^3$
- Módulo de fineza: 2.97
- Peso unitario suelto seco:  $1559 \text{ kg/m}^3$
- Porcentaje de absorción: 1.24%
- Porcentaje de humedad: 1.05%

#### **Características físicas del confitillo**

- Tamaño Máximo Nominal: 3/8'' (0 %)
- Peso específico seco:  $2720 \text{ kg/m}^3$
- Peso unitario compactado seco:  $1524 \text{ kg/m}^3$
- Peso unitario suelto seco:  $1419 \text{ kg/m}^3$
- Porcentaje de absorción: 0.86%
- Porcentaje de humedad: 0.34%

#### **Tipo de cemento**

- Sol tipo 1 Peso específico seco:  $3.11 \text{ g/cm}^3$

#### **Metros cúbicos de concreto**

- 1 bloque
- Área:  $290.33 \text{ cm}^2$

- Altura:20.5
- Volumen =5951.77cm<sup>3</sup>
- Volumen Total 12 bloques= 5951.77 cm<sup>3</sup>\*12=0.071 m<sup>3</sup>
- Volumen 4 bloques (patron) =0.023807

#### **Volumen de cemento**

- $F'_{cr}=197\text{kg/cm}^2 \rightarrow$  relación a/c =0.693
- Peso cemento:298.59 kg
- Volumen 0.096m<sup>3</sup>

#### **Volumen de confitillo**

- T<sub>mn</sub> agregado: 3/8''
- Modulo de fineza de arena: 2.97
- De las tablas interpolando:
- Volumen AG Compactado seco 0.443m<sup>3</sup>
- Peso Unitario Compactado Seco:1524 kg/m<sup>3</sup>
- Peso Específico Seco:2720 kg/m<sup>3</sup>
- Volumen de confitillo :0.248m<sup>3</sup>

#### **Volumen de aire**

- TMN Ag: 3/8''
- Aire atrapado: 3%
- Volumen de aire 0.03m<sup>3</sup>

#### **Volumen absoluto de la arena**

- Volumen de Agua: 0.207m<sup>3</sup>
- Volumen de Cemento: 0.096m<sup>3</sup>
- Volumen del Agregado Grueso:0.248m<sup>3</sup>
- Volumen del Aire:0.03m<sup>3</sup>

- TOTAL:0.581 m<sup>3</sup>
- volmen absoluto de la arena:0.419m<sup>3</sup>

### Cálculo de pesos

Tabla 51  
*Pesos por metro cubico*

Elemento	Volumen Absoluto	Peso Específico	Peso
Agua	0,207 m <sup>3</sup>	1000 kg/m <sup>3</sup>	207,000 kg.
Cemento	0,096 m <sup>3</sup>	3110 kg/m <sup>3</sup>	297,414 kg.
Confitillo(seca)	0,248 m <sup>3</sup>	2720 kg/m <sup>3</sup>	675,132 kg.
Arena G. (seca)	0,419 m <sup>3</sup>	2610 kg/m <sup>3</sup>	1094,003 kg.
Aire	0,030 m <sup>3</sup>	0 kg/m <sup>3</sup>	0 kg.
<b>TOTALES</b>	<b>1,000 m<sup>3</sup></b>		<b>2273,549 kg.</b>

### Cálculo de agua final

Tabla 52  
*Corrección por agua*

	Humedad	Absorción	Pesará	Balace de agua	Contribucion de agua
Confitillo Humedo	0,34 %	0.86 %	677,43 kg.	-0,0052	-3,51 kg
Arena G. Humeda	1,05 %	1.24 %	1105,2 kg.	-0,0019	-2,08 kg
<b>Agua Final:</b>	<b>212,623</b>	<b>kg.</b>			

### Diseño corrigiendo agua

Tabla 53  
*Diseño para 0.02381m<sup>3</sup>*

	Peso	Volumen	Dosificación en peso
Agua	0,005 Tn.	0,005 m <sup>3</sup>	0,7 K
cemento	0,007 Tn.	0,002 m <sup>3</sup>	0,2 bolsas
Confitillo	0,016 Tn.	0,011 m <sup>3</sup>	2,3 K
Arena	0,026 Tn.	0,017 m <sup>3</sup>	3,7 K
Total	0,054 Tn.	0,035 m <sup>3</sup>	

### Diseño mas trabajable quitando un 16% de confitillo

Tabla 54

*Diseño optimizado*

	<b>Peso</b>	<b>Dosificación en peso</b>
Agua	0,005 tn.	0,7 K
cemento	0,007 tn.	1,0 K
Confitillo	0,013 tn.	1,9 K
Arena	0.028 tn.	4,0 K
Total	0,053 tn.	

### Diseño final

Tabla 55

*diseño para diferentes dosificaciones + 7 % de merma + 0.1l de agua*

	<b>Patrón</b>		<b>Cca (8%)</b>		<b>CA (8%)</b>	
	4 bloques		4 bloques		4 bloques	
Agua	5.48	kg.	5.48	kg.	5.48	kg.
cemento	7.54	kg.	6,937	kg.	6,937	kg.
CA	-	-	-	-	0.603	kg.
CCA	-	-	0.603	kg.	-	-
Confitillo	14.41	kg.	14.41	kg.	14.41	kg.
Arena	30.73	kg.	30.73	kg.	30.73	kg.
Total	58.17	kg.	58.17	kg.	58.17	kg.
			a/c =0.73			
			agua 9.43%			

Los pasos para el diseño de mezcla se encuentra en el libro Tópicos de Tecnología del Concreto del autor Enrique Pasquel Carbajal.



## Anexos 5: Análisis de costo de la CCA Y CCAB

### Análisis de costo de la CCA

Tabla 56  
*Costo de flete y transporte de CCA*

CCA	
Costo de flete	2300
Kilogramos por flete	32000
Costo de flete por kilos	S/. 0.072
Costo por kilo de CCA	S/. 0.33
<b>Total</b>	<b>S/. 0.402</b>

Tabla 57  
*Costo de Maquinaria para moler CCA*

Costo horario de operacion			
Precio De Adquisición	5000	Valor residual	20%
Tiempo total de posesión H	2400	Interés	10%
Utilizacion H. por año	4800	Seguro	4%
Periodo de posesión años	2		
Cargos fijo			
Depreciacion	0.83	Inversión	0.13
Seguro	0.13	Subt total	1.01
Costo de funcionamiento			
Mantenimiento			0.25
Costo por consumo y respuestos			
Combustible y lubricantes			8.12
Repuestos			0.32
Cargo por operacion			
Salario mensual			5.00
<b>Costo horario de operacion</b>			<b>S/. 14.7</b>

Tabla 58  
*Costo por kilo de CCA*

CCA	
Rendimiento por hora	325 kg
Costo de op. Por hora	S/.14.7
Costo de molienda por kilo de CCA	S/. 0.045
Costo por incluido flete por kilo de CCA	S/. 0.402
<b>Costo final</b>	<b>S/. 0.447</b>

### Análisis de costo de la CCAB

Tabla 59  
*Costo lavar las conchas*

CCAB	
Lavar por kilogramo	1 h
Costo lavar por kilogramo	S/. 5.00
Flete por kilogramo	S/. 0.50
Total	S/. 5.5

Tabla 60  
*Costo de Maquinaria para moler CCAB*

Costo horario de operacion			
Precio De Adquisición	4000	Valor residual	20%
Tiempo total de posesión H	2400	Interés	10%
Utilizacion H. por año	4800	Seguro	4%
Periodo de posesión años	2		
Cargos fijo			
Depreciacion	0.67	Inversión	0.10
Seguro	0.04	Subt total	0.81
Costo de funcionamiento			
Mantenimiento			0.20
Costo por consumo y respuestos			
Combustible y lubricantes			8.12
Repuestos			0.32
Cargo por operacion			
Salario mensual			5.00
Costo horario de operacion			14.45

Tabla 61  
*Costo por kilo de CCAB*

CCAB	
Rendimiento por hora	220 kg
Costo de op. Por hora	S/.14.45
Costo de molienda por kilo de CCAB	S/. 0.065
Costo por incluido flete por kilo de CCA	S/. 5.50
Costo final	S/. 5.565

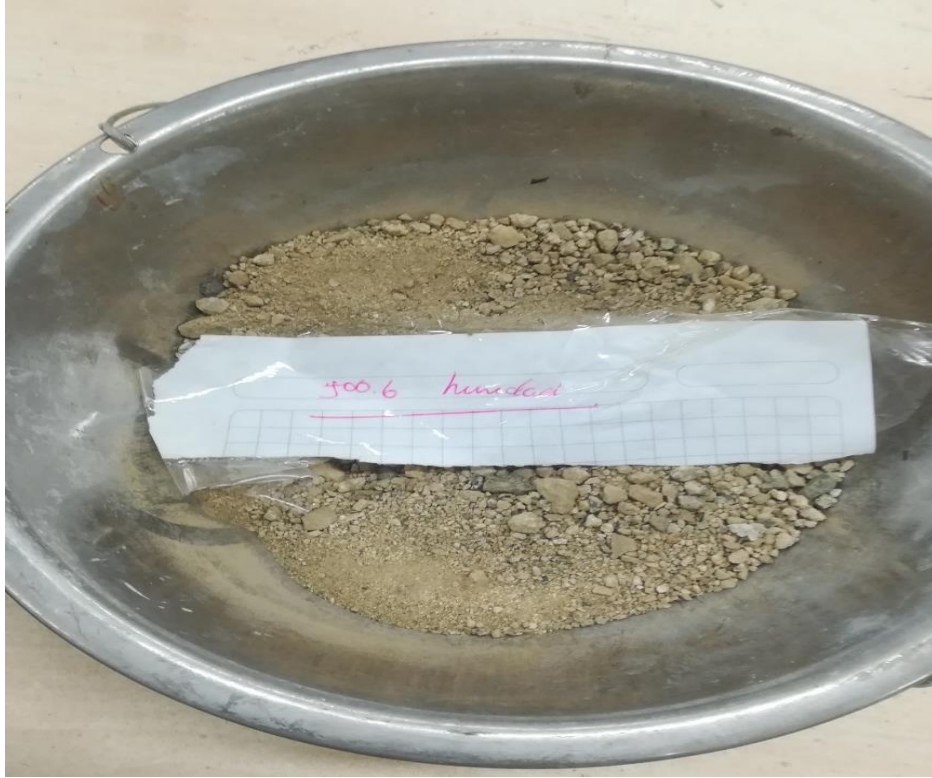
### Anexos 6: Panel Fofográfico



*fotografía 1 cuarteo del agregado grueso*

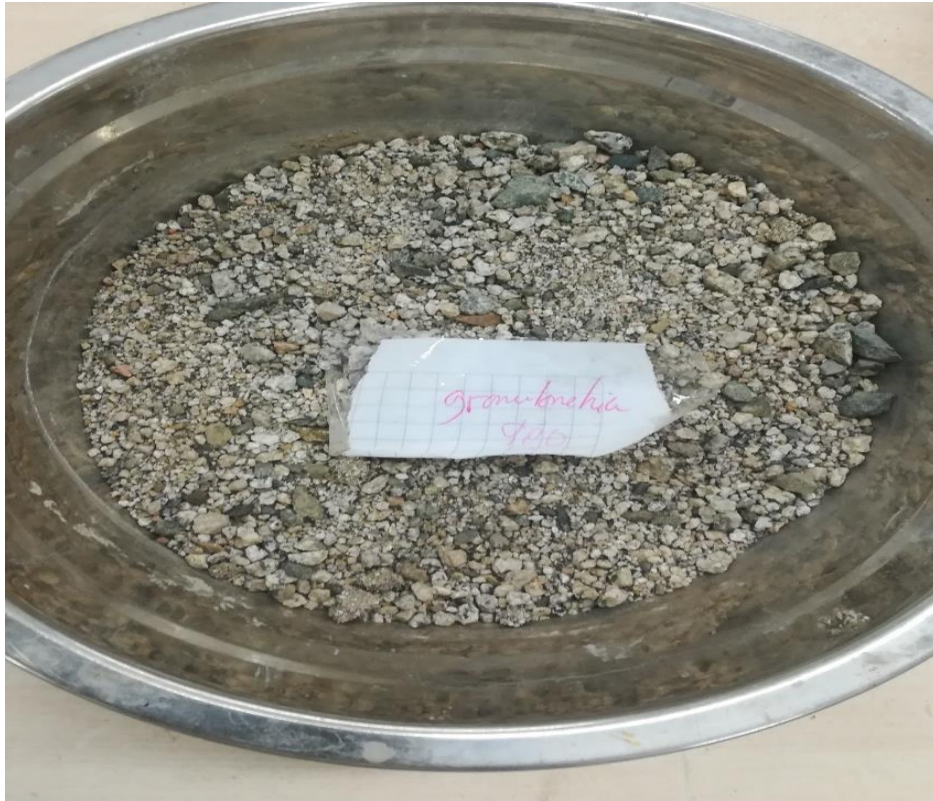


*fotografía 2 Peso unitario suelto seco*



*fotografía 3 Humedad arena gruesa*





*fotografía 4 Granulometria arena gruesa*



*fotografía 5 Lavado de las conchas de abanico*



*fotografía 6 Antes de ser molido y de ingresar al horno de ladrillos*



*fotografía 7 Molido de las conchas de abanico*





*fotografía 8 Horno para la quema de la CCA Y CCAB*



*fotografía 9 Cascarilla de arroz*



*fotografía 10 Ceniza de cascarilla de arroz*





*fotografía 111 Dosificación con sustitución de CCAB*



*fotografía 12 Dosificación con sustitución de CCA*



*fotografía 13 Medida de slump*



*fotografía 14 Tratamiento final al modeo del bloque*



*fotografía 15 Curado de las mezclas con rotulado*



*fotografía 16 Lavado por la malla #325 para la granulometria de las conchas de abanico*





*fotografía 17 Lavado por la malla #325 para la granulometría de la ceniza de cascarilla de arroz*



*fotografía 18 Malla # 325*



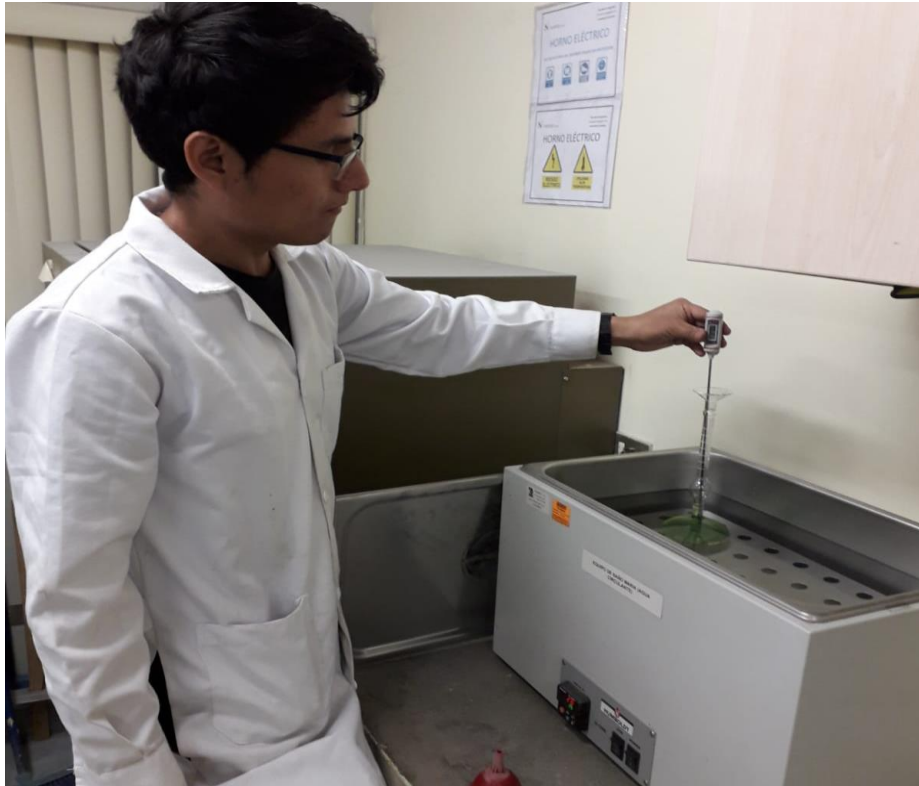
*fotografía 19 Granulometria de las conchas de abanico*



*fotografía 20 Granulometria de la ceniza de conchas de abanico*



*fotografía 21 Diesel como liquido para peso específico*



*fotografía 22 Equipo Baño Maria (Agua circulante), registrando la temperatura*



*fotografía 23 Midiendo el Volumen final para el peso específico de la CCA*





*fotografía 24 Llenando CA en el frasco Le Chatelier*



*fotografía 25 Caping con yeso y cemento en los bloques de concreto*

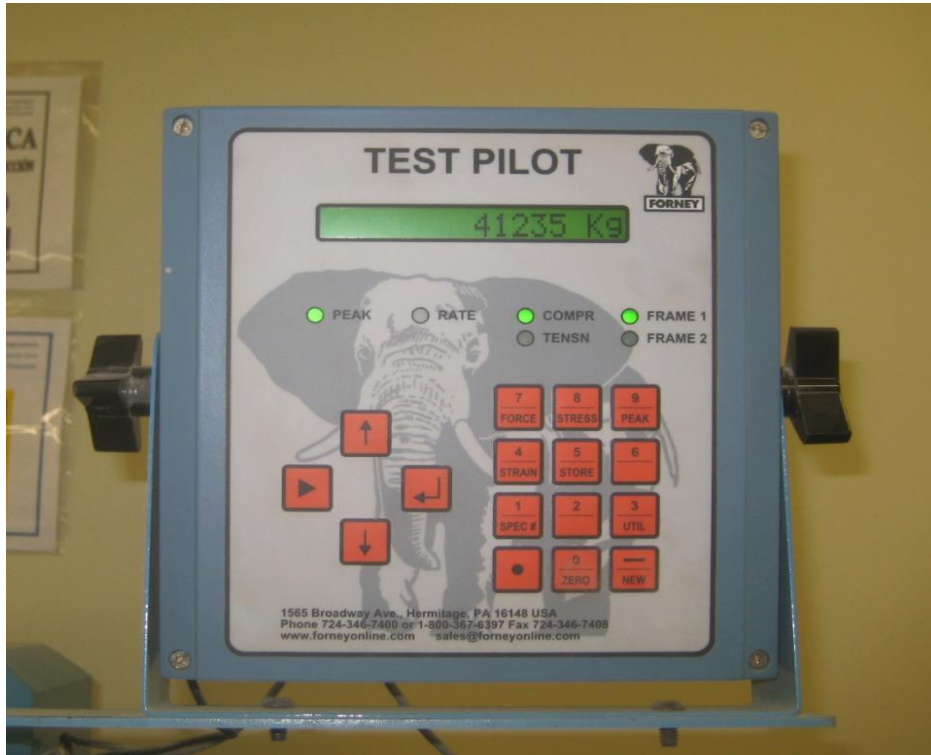




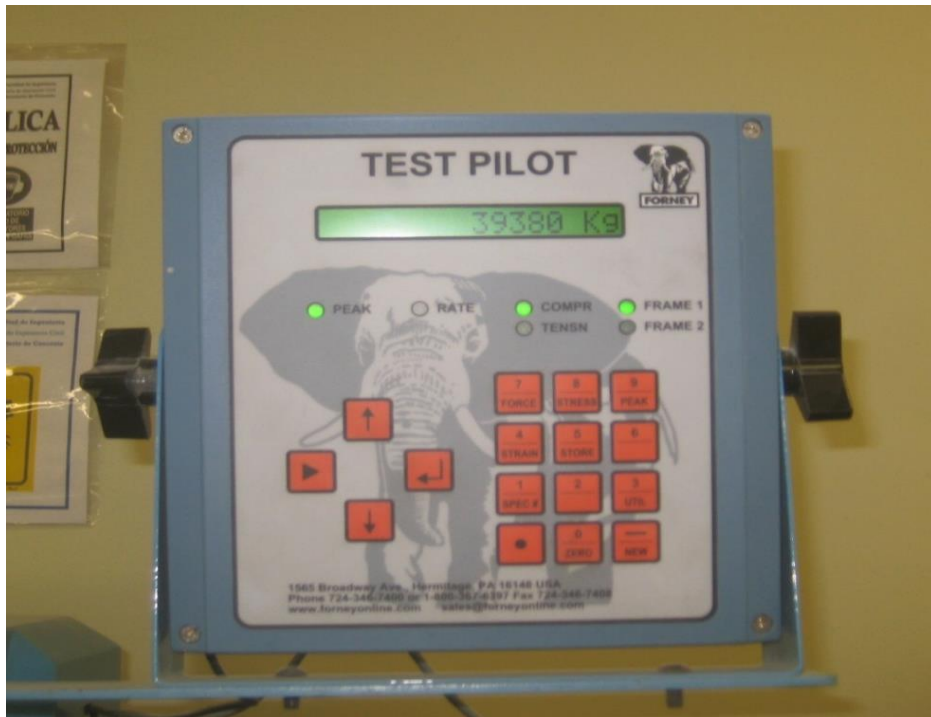
*fotografía 26 Refrentado final*



*fotografía 27 Máquina de compresión marca Forney*



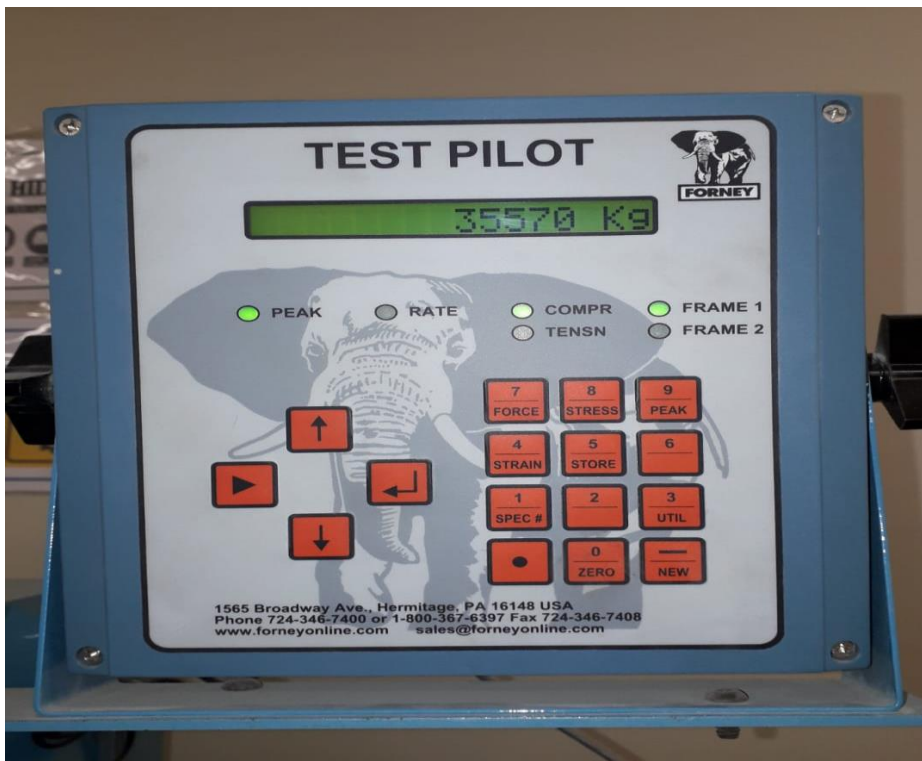
*fotografía 28 Mayor carga soportada por los bloques sin adición*



*fotografía 29 Fuerza sometida al segundo bloque mas resistente de los especimenes sin adición*

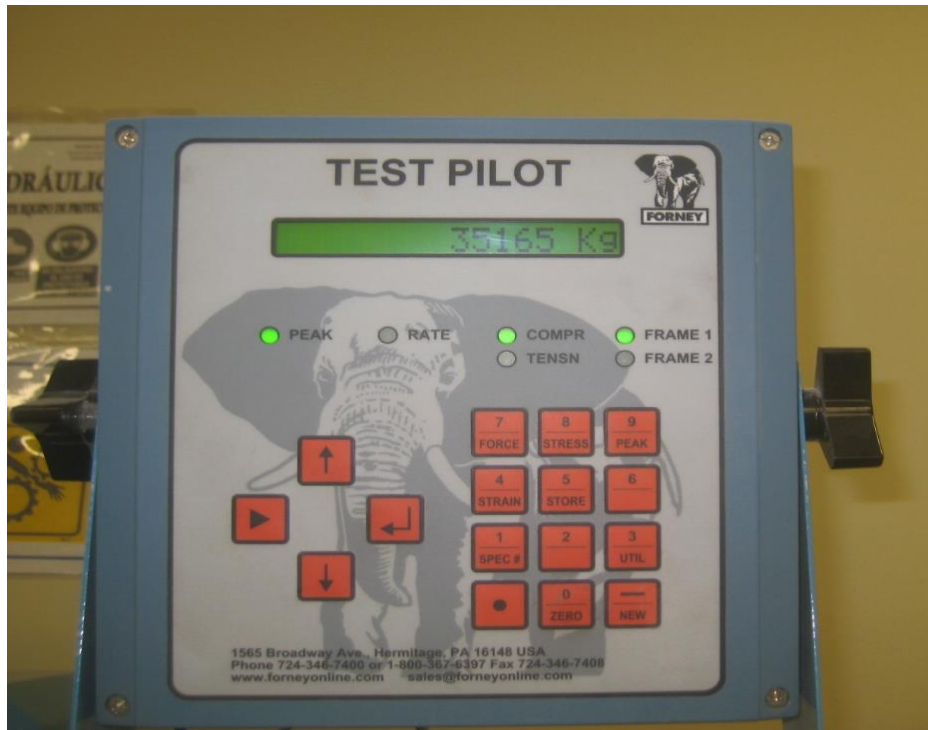


*fotografía 30 Mayor carga soportada por los bloques con CA*

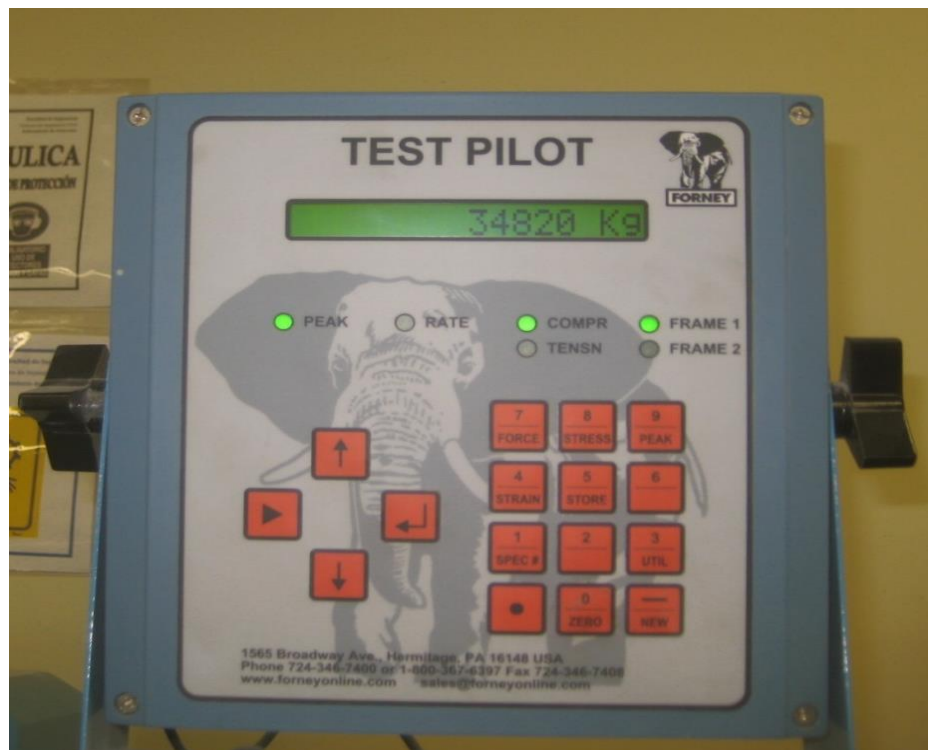


*fotografía 31 Fuerza sometida al segundo bloque mas resistente de los especimenes con CA*





*fotografía 32 Mayor carga soportada por los bloques con CCA*



*fotografía 33 Fuerza sometida al segundo bloque mas resistente de los especimenes con CCA*



*fotografía 34 Falla por cizallamiento, bloques sin adición*



*fotografía 35 Falla en tabique exterior, bloque sin adición*



*fotografía 36 Rajadura, bloque con CA*



*fotografía 37 Falla en el interior, bloque con CA*



*fotografía 38 Falla en el interior, bloque con CCA*



*fotografía 39 Falla en tabique exterior, bloque con CCA*