

# **ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL**

**DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE  
CASCARILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA  
ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE  
CUMPLAN CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN  
3066**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO CIVIL MENCIÓN ESTRUCTURAS**

**AIGAJE CANENCIA VANESSA ELIZABETH**

**vanessa.aigaje@epn.edu.ec**

**CHALCO TAPIA RITA SORAYA**

**rita.chalco@epn.edu.ec**

**DIRECTOR: ING. LATORRE AIZAGA HUGO JULIANNY**

**julianny.latorre@epn.edu.ec**

**CO-DIRECTOR: ING. VILLACÍS TRONCOSO EUGENIA DE LAS MERCEDES**

**MSc.**

**mercedes.villacis@epn.edu.ec**

**Quito, marzo 2021**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Vanessa Elizabeth Aigaje Canencia y Rita Soraya Chalco Tapia, bajo nuestra supervisión.

---

**ING. HUGO JULIANNY LATORRE**

**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**MSc. MERCEDES VILLACÍS**

**CODIRECTOR DE PROYECTO**

## DECLARACIÓN

Nosotras, **Aigaje Canencia Vanessa Elizabeth y Chalco Tapia Rita Soraya**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Aigaje Canencia Vanessa Elizabeth

---

Chalco Tapia Rita Soraya

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a las personas que estuvieron conmigo en el trayecto de mi vida estudiantil en la Escuela Politécnica Nacional, a mi mami Blanca, a mi papi Héctor, a mi hermana Jordana y a toda mi familia que siempre ha estado a mi lado.

*Vanessa Elizabeth Aigaje Canencia*

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a todas las personas que me apoyaron en este arduo trayecto de mi vida estudiantil en la Escuela Politécnica Nacional, a mi papito Carlos, a mis padres, a mis hermanas, a mis sobrinos, a mis compañeros y mis amigos dentro y fuera de la poli.

*Rita Soraya Chalco Tapia*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Politécnica Nacional, por acogerme en sus aulas, brindarme el conocimiento y herramientas necesarias para afrontar el reto que significó este trabajo.

A los ingenieros Julianny Latorre y Mercedes Villacís, por haber confiado en nosotras para la realización de este estudio técnico-experimental. Gracias por su amistad, su tiempo y sobre todo por el aporte desde su conocimiento para lograr los objetivos de esta tesis.

Al equipo LEMSUR-EPN, quienes, nos brindaron ayuda, espacio y apoyo para poder realizar la fase correspondiente a los ensayos de laboratorio.

A mi compañera de tesis Rita, gracias por tu voluntad, ayuda, y compromiso para llegar a culminar nuestra meta.

A mi madre, Blanca quien me ha dado lecciones de vida, ha sido amorosa, trabajadora, me ha dado un gran ejemplo de esfuerzo, honestidad, humildad, responsabilidad y abnegación por sus hijas. Ella quien ha dado amor incondicional y su lucha constante por sacar adelante a mi hermana y a mi prácticamente sola. Gracias por ser la persona en la que puedo confiar.

A mi padre, Héctor quien ha sido un hombre que ha cumplido las metas que se ha propuesto, que me ha mostrado la ayuda necesaria para esforzarme. Gracias por el apoyo, consejos que me ha dado para seguir adelante.

A mi hermana, Jordana por estar siempre conmigo, por las alegrías, risas, los buenos momentos que me ha dado siempre que estamos juntas y el apoyo que ha tratado de brindarme siempre que puede. A mis abuelos, tíos, primos que siempre han estado ahí para ayudarme cuando lo necesitaba, quienes nunca me han dejado sola, brindarme todo el apoyo que han podido a lo largo de mi vida.

A mi prima, Gabriela quien ha sido como una hermana que me ha apoyado en los momentos más tristes y felices de mi vida. Gracias por ser la mejor amiga que puede tener.

Finalmente, a mis amigos con quienes he vivido momentos inolvidables y me han llenado de recuerdos que siempre atesorare.

*Vanessa Elizabeth Sigaja Canencia*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Escuela Politécnica Nacional, a los ingenieros que me impartieron sus conocimientos y valores, al director de esta tesis Ing. Julianny Latorre y a la Ing. Mercedes Villacis que con su ayuda y guía se culminó este tema de investigación.

Quiero agradecer a Diosito por darme salud y vida, a mi papito Carlos que siempre confió en mí y me animó a seguir luchando por cumplir mis metas y ahora junto con mi ñaño Alejandro cuidan mucho de mi familia, a mis padres Fabian y Beatriz que me supieron inculcar valores para ser una persona de buen corazón y me enseñaron que el que persevera alcanza el éxito, y que siendo constante puedo lograr todo lo que quiero, a mis hermanas (Daniela, Jessica, Gilda, Madelyn, Samantha y Renata) que siempre me impulsan a seguir mis sueños y brindándome su amor, a mis sobrinos (Doménica, Keila, Amy, Alejandro y Aaron) por estar siempre a mi lado incondicionalmente, apoyándome en mis decisiones.

Agradezco a Juan por siempre apoyar a mi familia en los tiempos más difíciles y estar siempre de manera incondicional.

Agradezco a Mayra y Jorge por ser buenos amigos, siempre alentándome a seguir adelante sin importar los obstáculos que se me presenten.

Agradezco a Sofía que siempre me ayudó en los buenos y malos momentos durante estos años siendo una amiga de buen corazón.

También agradezco a todas las personas que conocí durante estos años Katy, Elvis, Luis, Karina, Fernanda, Angie, Adrián, Ricardo, Francisco, Erick, Mateo, John, Carlos, Ana, Paulina, Mariela, y demás por haber sido un gran apoyo en momentos difíciles.

Finalmente agradezco a la vida por permitir conocer a personas de buen corazón que me ayudaron y apoyaron para cumplir mis metas.

*Rita Soraya Chalco Tapia*

## CONTENIDO

CERTIFICACIÓN .....	II
DECLARACIÓN .....	III
DEDICATORIA .....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VIII
CONTENIDO .....	X
INDICE DE ANEXOS .....	XIV
ÍNDICE DE GRÁFICAS .....	XVI
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	XVIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIX
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	XXIII
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	XXVI
RESUMEN .....	XXVIII
ABSTRACT .....	XXX
PRESENTACIÓN .....	XXXI
CAPÍTULO 1 .....	32
1. GENERALIDADES .....	32
1.1 INTRODUCCIÓN .....	32
1.2 OBJETIVOS .....	34
1.2.1 Objetivo general .....	34
1.2.2 Objetivos específicos .....	34
1.3 ALCANCE .....	34
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	35

1.5 RESEÑA DE LA PRODUCCIÓN DE LA CASCARILLA DE ARROZ	36
1.5.1 A nivel mundial	36
1.5.2 A nivel nacional	37
CAPÍTULO 2	39
2 FUNDAMENTO TEÓRICO	39
2.1 GENERALIDADES	39
2.1.1 Unidad de albañilería	39
2.1.2 Bloques huecos de hormigón	41
2.2 MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE BLOQUES EN EL ECUADOR	42
2.2.1 Generalidades	42
2.2.2 Materiales	43
2.2.3 Hormigón ligero	46
2.3 FABRICACIÓN ARTESANAL DEL BLOQUE HUECO DE HORMIGÓN	46
2.3.1 Generalidades	46
2.3.2 Bloque HUECO DE HORMIGÓN prensado alivianado	47
2.3.3 Costos en la FABRICACIÓN de bloques huecos DE HORMIGÓN	54
2.4 CASCARILLA DE ARROZ	56
2.4.1 Generalidades	56
2.4.2 Composición Ceniza de cascarilla de arroz	58
2.5 NORMATIVA NTE INEN 3066	59
2.5.1 Clasificación	59
2.5.2 Requisitos	60
2.5.3 Resistencia a la compresión simple	61

3	METODOLOGÍA .....	62
3.1	CALCINACIÓN DE LA CASCARILLA DE ARROZ.....	62
3.1.1	Ceniza de cascarilla de arroz .....	64
3.2	PROPIEDADES FÍSICO- MECÁNICAS DE LOS MATERIALES QUE CONSTITUYEN EL BLOQUE EN ESTUDIO.....	65
3.2.1	Ensayos realizados al cemento empleado.....	66
3.2.2	Ensayos realizados en el agregado fino .....	73
3.2.3	Ensayos realizados en el agregado grueso .....	84
3.2.4	resumen de resultados de los agregados gruesos y finos ..	97
3.2.5	Resumen de propiedades de los agregados determinadas en los ensayos.....	98
3.3	ENSAYOS PARA EVALUAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BLOQUE ARTESANAL CON LA NORMATIVA INEN 3066	98
3.3.1	Absorción .....	99
3.3.2	Densidad.....	101
3.3.3	Ensayo a compresión.....	101
3.3.4	DimenSiones.....	104
3.3.5	Área neta.....	106
3.3.6	Contenido de humedad .....	108
4	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	109
4.1	TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO .....	109
4.1.1	Relación ENTRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y EL CONTENIDO DE CCA.....	109
4.1.2	Resumen del material utilizado para la fabricación de los bloques huecos de hormigón. ....	110
4.1.3	Resistencias a compresión simple a 7, 14 y 28 días de edad de los BLOQUES A, B, C, D, E. ....	111

4.1.4	Resumen de ensayo de absorción de bloques huecos a los 7, 14 y 28 días. ....	124
4.1.5	Resumen de los pesos de los bloques. ....	128
4.1.6	Análisis de precios unitarios .....	131
4.2	DISCUSIÓN .....	149
4.2.1	Relación entre resistencia a los 28 días y densidad .....	149
4.2.2	análisis de costo de Fabricación vs resistencia a compresión 151	
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	154
5.1	CONCLUSIONES .....	154
5.3	RECOMENDACIONES .....	157
	REFERENCIAS .....	159
	ANEXOS .....	167

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Contenido de SiO <sub>2</sub> en la CCA.....	168
ANEXO 2 Ficha técnica de cemento Armaduro tipo IP.....	170
ANEXO 3 Tiempo de Fraguado del cemento Armaduro tipo IP.....	173
ANEXO 4 Consistencia del cemento Armaduro tipo IP.....	175
ANEXO 8 Resultados De Contenido Orgánico En El Agregado Fino ....	177
ANEXO 9 Resultados del Análisis Granulométrico Agregado Grueso..	179
ANEXO 10 Resultados Del Análisis Granulométrico Agregado Fino.....	181
ANEXO 11 Densidad Aparente Agregado Grueso.....	183
ANEXO 12 Densidad Aparente Agregado Fino.....	185
ANEXO 13 Densidad Real y Aparente del Cemento.....	187
ANEXO 15 Peso Específico y Absorción Agregado Grueso.....	193
ANEXO 16 Peso Específico y Absorción Agregado Fino.....	195
ANEXO 17 Ensayo de Abrasión.....	197
ANEXO 18 Contenido de humedad.....	199
ANEXO 19 Ensayo a Compresión a Edad de 7 Días de Bloques Tipo A=0% (CCA) según la Norma NTE INEN 3066.....	201
ANEXO 20 Ensayo a Compresión a Edad de 7 Días de Bloques Tipo B=5% (CCA) Según la Norma NTE INEN 3066.....	203
ANEXO 21 Ensayo a Compresión a Edad de 7 Días de Bloques Tipo C=10% (CCA) Según la Norma NTE INEN 3066.....	206
ANEXO 22 Ensayo a Compresión a Edad de 7 Días de Bloques Tipo D=15% (CCA) Según la Norma NTE INEN 3066.....	208
ANEXO 23 Ensayo a Compresión a Edad de 7 Días de Bloques Tipo E=20% (CCA) Según la Norma NTE INEN 3066.....	210
ANEXO 24 Ensayo a Compresión a Edad de 14 Días de Bloques Tipo A=0% (CCA) según la Norma NTE INEN 3066.....	212

ANEXO 25 Ensayo a Compresión a Edad de 14 Días de Bloques Tipo B=5% (CCA) Según la Norma NTE INEN 3066.....	214
ANEXO 26 Ensayo a Compresión a Edad de 14 Días de Bloques Tipo C=10% (CCA) según la Norma NTE INEN 3066.....	216
ANEXO 27 Ensayo a Compresión a Edad de 14 Días de Bloques Tipo D=15% (CCA) según la Norma NTE INEN 3066.....	218
ANEXO 28 Ensayo a Compresión a Edad de 14 Días de Bloques Tipo E=20% (CCA) según la Norma NTE INEN 3066.....	220
ANEXO 29 Ensayo a Compresión a Edad de 28 Días de Bloques Tipo A=0% (CCA) según la Norma NTE INEN 3066.....	222
Anexo 30 Ensayo a Compresión a Edad de 28 Días de Bloques Tipo B=5% (CCA) según la Norma NTE INEN 3066.....	225
ANEXO 31 Ensayo a Compresión a Edad de 28 Días de Bloques Tipo C=10% (CCA) según la Norma NTE INEN 3066.....	228
ANEXO 32 Ensayo a Compresión a Edad de 28 Días de Bloques Tipo D=15% (CCA) según la Norma NTE INEN 3066.....	231
ANEXO 33 Ensayo a Compresión a Edad de 28 Días de Bloques Tipo E=20% (CCA) según la Norma NTE INEN 3066.....	234
ANEXO 34 Ensayo de Absorción de Bloques Tipo A=0% (CCA) según la Norma NTE INEN 3066.....	237
ANEXO 35 Ensayo de Absorción de Bloques Tipo B=5% (CCA) según la Norma NTE INEN 3066.....	239
ANEXO 36 Ensayo de Absorción de Bloques Tipo C=10% (CCA) según la Norma NTE INEN 3066.....	241
ANEXO 37 Ensayo de Absorción de Bloques Tipo D=15% (CCA) según la Norma NTE INEN 3066.....	243
ANEXO 38 Ensayo de Absorción de Bloques Tipo E=20% (CCA) según la Norma NTE INEN 3066.....	245

## INDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Composición química de biomasa de cascarilla de arroz .....	58
<b>Gráfica 2.</b> Curva granulométrica del agregado fino .....	97
<b>Gráfica 3.</b> Curva granulométrica del agregado grueso .....	97
<b>Gráfica 4.</b> Relación del Tiempo de Fraguado Inicial del Cemento con sus diferentes porcentajes de reemplazo .....	110
<b>Gráfica 5.</b> Resistencia a Compresión Simple a la edad de 7 días.....	115
<b>Gráfica 6.</b> Resistencia a Compresión Simple a la edad de 14 días.....	116
<b>Gráfica 7.</b> Resistencia a Compresión Simple a la edad de 28 días.....	117
<b>Gráfica 8.</b> Curva de desarrollo de resistencia del bloque A .....	118
<b>Gráfica 9.-</b> Curvas de desarrollo de resistencia de bloques A y B .....	118
<b>Gráfica 10</b> Curva de desarrollo de resistencia de bloques A y C .....	119
<b>Gráfica 11</b> Curvas de desarrollo de resistencia de bloques A y D .....	120
<b>Gráfica 12</b> Curvas de desarrollo de resistencia de bloques A y E .....	120
<b>Gráfica 13</b> Curvas de desarrollo de resistencia de bloques A, B, C, D y E .....	121
<b>Gráfica 14</b> Porcentaje de variación del promedio de resistencia a compresión simple respecto al bloque A a la edad de 7 días. ....	122
<b>Gráfica 15</b> Porcentaje de variación del promedio de resistencia a compresión simple respecto al bloque A a la edad de 14 días. ....	123
<b>Gráfica 16</b> Porcentaje de variación del promedio de resistencia a compresión simple respecto al bloque A a la edad de 28 días. ....	123
<b>Gráfica 17</b> Porcentaje de Absorción en bloques A, B, C, D, E a la edad de 56 días. ....	126
<b>Gráfica 18</b> Densidad de bloques en estudio; <b>Error! Marcador no definido.</b>	
<b>Gráfica 19</b> Clasificación según la densidad promedio de bloques A, B, C, D, E en kg/m <sup>3</sup> .....	127

<b>Gráfica 20</b> Densidad de bloques A, B, C, D, E .....	128
<b>Gráfica 21.</b> Pesos promedio en Kg a los 28 días de edad. ....	130
<b>Gráfica 22.</b> Relación entre costo de producción y contenido de cemento .....	143
<b>Gráfica 23.</b> Relación entre resistencia a compresión y densidad.....	149
<b>Gráfica 24.</b> Relación entre resistencia a compresión y porcentaje de absorción .....	150
<b>Gráfica 25.</b> Relación entre porcentaje de absorción y densidad .....	150
<b>Gráfica 26</b> Relación entre resistencia y costos de producción.....	152

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> Países productores de arroz a nivel mundial .....	36
<b>Imagen 2</b> Cultivo de arroz por provincia .....	37
<b>Imagen 3</b> Productos y subproductos obtenidos del pilado del arroz. ....	38
<b>Imagen 4.</b> Edificaciones en las laderas. Muros de piedra con mortero de barro .....	39
<b>Imagen 5.</b> Unidad de albañilería de barro secada al sol (Jerico, 7350 a.c).....	40
<b>Imagen 6.</b> Edificio de Monadnock.....	41
<b>Imagen 7</b> Concreto de textura abierta y cerrada.....	42
<b>Imagen 8.</b> Piedra pómez .....	44
<b>Imagen 9.</b> Cemento Armaduro tipo IP UNACEM .....	45
<b>Imagen 10.</b> Dimensiones de los espesores del bloque .....	105
<b>Imagen 11.</b> Área normalizada del bloque .....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Dosificación artesanal en volumen.....	49
<b>Tabla 2</b> Dosificación en volumen para 25 bloques huecos de hormigón	50
<b>Tabla 3</b> Cantidades de material utilizado en la fabricación de bloques de estudio .....	51
<b>Tabla 4</b> Costos indirectos de fabricación de un bloque hueco de hormigón en dólares .....	56
<b>Tabla 5</b> Composición físico-química de la cascarilla de arroz .....	57
<b>Tabla 6</b> Clasificación por uso.....	59
<b>Tabla 7</b> Bloques de hormigón de acuerdo a su densidad .....	59
<b>Tabla 8</b> Dimensiones mínimas de paredes y tabiques, bloques clase A	60
<b>Tabla 9</b> Absorción en bloques tipo A .....	61
<b>Tabla 10</b> Resistencia neta mínima a la compresión en bloques de hormigón .....	61
<b>Tabla 11</b> Propiedades de la ceniza de cascarilla de arroz según diferentes fuentes .....	65
<b>Tabla 12</b> Tamaño del molde según el tamaño máximo nominal .....	77
<b>Tabla 13</b> Masa mínima de muestra a ensayar .....	79
<b>Tabla 14</b> Serie de módulo de finura de Tyler y recomendada por Duff Abrams .....	80
<b>Tabla 15</b> Escala de Gardner .....	84
<b>Tabla 16</b> Tamaño de la muestra según el tamaño máximo nominal del agregado.....	86
<b>Tabla 17</b> Tamaño de la muestra para realizar el ensayo de granulometría.....	91
<b>Tabla 18</b> Tamaño de la muestra según el tamaño máximo nominal del agregado.....	93

<b>Tabla 19</b> Resumen de propiedades físico-mecánicas del agregado fino y grueso.....	98
<b>Tabla 20</b> Características de los mampuestos ensayados .....	106
<b>Tabla 21</b> Tiempo de fraguado del cemento tipo ARMADURO IP .....	109
<b>Tabla 22</b> Resumen de proporciones y porcentaje de reemplazo de cemento por (CCA). .....	111
<b>Tabla 23</b> Resultado de ensayo a resistencia a compresión simple de bloques A, B, C, D, E a los 7 días. ....	111
<b>Tabla 24</b> Resultado de ensayo a resistencia a compresión simple de bloques A, B, C, D, E a los 14 y 28 días.....	112
<b>Tabla 25</b> Resistencia promedio y desviación estándar en MPa. ....	113
<b>Tabla 26</b> Resistencia promedio y desviación estándar en MPa con Límite de Confianza del 90% .....	114
<b>Tabla 27</b> Resistencia a compresión simple de bloques huecos de hormigón de diferente dosificación a diferente edad. ....	115
<b>Tabla 28</b> Dimensiones de bloques huecos de hormigón utilizados en el ensayo de absorción.....	124
<b>Tabla 29</b> Ensayo de absorción .....	125
<b>Tabla 30</b> Ensayo de absorción a la edad de 56 días.....	126
<b>Tabla 31</b> Densidad de bloques A, B, C, D y E.....	127
<b>Tabla 32</b> Cantidades de materiales utilizados en la fabricación de bloques A, B, C, D, E y peso de los bloques a los 28 días. ....	129
<b>Tabla 33</b> Peso de bloques a los 7, 14 y 28 días de edad de los bloques A, B, C, D, E.....	130
<b>Tabla 34</b> Porcentaje de reducción en peso en comparación al bloque A. ....	130
<b>Tabla 35</b> Porcentaje de costos indirectos de producción de (CCA).....	132
<b>Tabla 36</b> Rubros de la producción de (CCA) .....	133

<b>Tabla 37</b> Análisis de precios unitarios del rubro bodega .....	134
<b>Tabla 38</b> Análisis de precios unitarios del rubro transporte de cascarilla de arroz en volqueta hasta 20 km .....	135
<b>Tabla 39</b> Análisis de precios unitarios del rubro molienda de la ceniza cascarilla de arroz .....	136
<b>Tabla 40</b> Análisis de precios unitarios del rubro Calcinación de la cascarilla de arroz.....	137
<b>Tabla 41</b> Análisis de precios unitarios del rubro tamizado de ceniza de cascarilla de arroz.....	138
<b>Tabla 42</b> Análisis de precios unitarios del rubro empaquetado de fundas de 25kg.....	139
<b>Tabla 43</b> Análisis de precios unitarios de bloques fabricados por los artesanos .....	141
<b>Tabla 44</b> Costo de producción, contenido de cemento y contenido de (CCA) en (gr) .....	142
<b>Tabla 45</b> Análisis de precios unitarios de bloques con tipo A=0% (CCA).....	144
<b>Tabla 46</b> Análisis de precios unitarios de bloques con tipo B=5% (CCA).....	145
<b>Tabla 47</b> Análisis de precios unitarios de bloques con tipo C=10% (CCA).....	146
<b>Tabla 48</b> Análisis de precios unitarios de bloques con tipo D=15% (CCA).....	147
<b>Tabla 49</b> Análisis de precios unitarios de bloques con tipo E=20% (CCA).....	148
<b>Tabla 50</b> Resistencia a los 28 días y costos de construcción.....	151
<b>Tabla 51</b> Resumen de propiedades de los bloques fabricados en el estudio .....	153



## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1.</b> Bloques huecos de hormigón de dimensiones 15x20x40 cm.....	42
<b>Fotografía 2.</b> Agua Potable utilizada en la bloquera .....	46
<b>Fotografía 3.</b> Bloques huecos de hormigón prensados alivianados sin norma y bajo costo de producción.....	47
<b>Fotografía 4.</b> Ubicación de los agregados dentro de la bloquera .....	48
<b>Fotografía 5.</b> Agregado fino y agregado grueso existentes en la bloquera.....	49
<b>Fotografía 6.</b> Máquina para mezclar los materiales.....	51
<b>Fotografía 7.</b> Fabricación de bloques huecos de hormigón .....	52
<b>Fotografía 8.</b> Base de madera con material sintético (lona) .....	52
<b>Fotografía 9.</b> Retiro de los bloques huecos de hormigón fabricados .....	53
<b>Fotografía 10.</b> Ubicación de los bloques huecos de hormigón una vez ya fabricados. ....	53
<b>Fotografía 11.</b> Proceso de secado y curado de bloques huecos de hormigón.....	54
<b>Fotografía 12.</b> Cascarilla de Arroz.....	57
<b>Fotografía 13.</b> Procedimiento para obtener la ceniza de cascarilla de arroz .....	62
<b>Fotografía 14.</b> Calcinación previa en horno de leña .....	63
<b>Fotografía 15.</b> Resultado de la quema en horno de leña y en mufla. ....	63
<b>Fotografía 16.</b> Proceso de moler la (CCA) en mortero. ....	64
<b>Fotografía 17.</b> Saco de cemento utilizado .....	66
<b>Fotografía 18.</b> Consistencia del cemento .....	68
<b>Fotografía 19.</b> Penetración del vástago en la pasta de cemento .....	68
<b>Fotografía 20.</b> Ensayo de densidad del cemento .....	72

<b>Fotografía 21.</b> Condición SSS en el agregado fino .....	74
<b>Fotografía 22.</b> Extracción de aire de la muestra.....	75
<b>Fotografía 23.</b> Densidad suelta y compactada del agregado fino .....	78
<b>Fotografía 24.</b> Tamizadora para agregado fino .....	81
<b>Fotografía 25.</b> Agregado fino en condiciones normales y la muestra secada en horno.....	82
<b>Fotografía 26.</b> Ensayo de contenido orgánico con placa de Gardner. ....	84
<b>Fotografía 27.</b> Disposición del agregado grueso. ....	85
<b>Fotografía 28.</b> Condiciones SSS en el agregado grueso.....	87
<b>Fotografía 29.</b> Muestra de agregado grueso sumergido en agua en condiciones SSS.....	87
<b>Fotografía 30.</b> Agregado grueso listo para ser secado .....	87
<b>Fotografía 31.</b> Muestra del agregado grueso .....	89
<b>Fotografía 32.</b> Granulometría de agregado grueso .....	91
<b>Fotografía 33.</b> Muestra de agregado grueso húmedo y seco .....	92
<b>Fotografía 34.</b> Muestra para el ensayo de abrasión de agregado grueso.....	93
<b>Fotografía 35.</b> Máquina de los Ángeles para ensayo de abrasión de agregado grueso .....	94
<b>Fotografía 36.</b> Muestra del ensayo de abrasión .....	95
<b>Fotografía 37.</b> Material resultante del desgaste del agregado grueso. ....	96
<b>Fotografía 38.</b> Bloques huecos de hormigón sumergidos en agua.....	99
<b>Fotografía 39.</b> Ensayo de Absorción determinación del peso sumergido .....	100
<b>Fotografía 40.</b> Refrentado de una de las caras del bloque hueco .....	102
<b>Fotografía 41.</b> Posición del bloque hueco de hormigón para el ensayo a compresión simple .....	103

<b>Fotografía 42.</b> Rotura en ensayo de compresión simple .....	104
<b>Fotografía 43.</b> Secciones de un bloque.....	106
<b>Fotografía 44.</b> Dimensiones del área del bloque .....	107
<b>Fotografía 45.</b> Base sólida del bloque .....	108

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Consistencia normal del cemento.....	68
<b>Ecuación 2.</b> Tiempo de fraguado Inicial .....	69
<b>Ecuación 3.</b> Densidad suelta.....	70
<b>Ecuación 4.</b> Densidad compactada.....	71
<b>Ecuación 5.</b> Densidad real del cemento.....	72
<b>Ecuación 6.</b> Peso específico .....	75
<b>Ecuación 7.</b> Peso específico aparente .....	75
<b>Ecuación 8.</b> Densidad en condiciones SSS .....	76
<b>Ecuación 9.</b> Absorción del agua.....	76
<b>Ecuación 10.</b> Densidad aparente suelta.....	77
<b>Ecuación 11.</b> Densidad aparente compactada del agregado fino.....	78
<b>Ecuación 12.</b> Módulo de finura.....	81
<b>Ecuación 13.</b> Contenido de humedad .....	82
<b>Ecuación 14.</b> Densidad aparente suelta del agregado grueso .....	88
<b>Ecuación 15.</b> Densidad aparente compactada del agregado grueso.....	89
<b>Ecuación 16.</b> Porcentaje de desgaste después de 100 Rev.....	94
<b>Ecuación 17.</b> Porcentaje de desgaste después de 500 Rev.....	95
<b>Ecuación 18.</b> Coeficiente de uniformidad .....	96
<b>Ecuación 19.</b> Absorción en kg/cm <sup>3</sup> .....	100
<b>Ecuación 20.</b> Absorción en % .....	100
<b>Ecuación 21.</b> Densidad .....	101
<b>Ecuación 22.</b> Resistencia a compresión de área bruta en MPa .....	103
<b>Ecuación 23.</b> Área normalizada de tabiques .....	105
<b>Ecuación 24.</b> Volumen neto .....	107
<b>Ecuación 25.</b> Área neta.....	107

**Ecuación 26.** Contenido de humedad ..... 108

## RESUMEN

El presente estudio da a conocer cómo influye la ceniza de cascarilla de arroz en el tiempo de fraguado en bloques huecos de hormigón, y las propiedades físico mecánicas que se presenta en la sustitución parcial de porcentaje en peso del cemento por ceniza de cascarilla de arroz, mediante ensayos de probetas con diferentes porcentajes 5%, 10%, 15% y 20%, en la fabricación de bloques huecos de hormigón, mismos que deben cumplir características que los califiquen según la norma INEN 3066, con lo cual se busca dar confianza tanto a productores artesanales como a constructores y clientes en general, asegurando que los mampuestos utilizados cumplen con la normativa actual vigente.

Se utilizó la dosificación proporcionada por los artesanos, la cual clasifica como clase B según la INEN 3066; se inició con el estudio de los agregados ligeros: Chasqui y polvo blanco a través de los ensayos de laboratorio para la caracterización de sus propiedades. Al determinar las propiedades se procedió a fabricar bloques huecos de hormigón con 5%, 10%, 15% y 20% porcentajes de reemplazo en peso del cemento por ceniza de cascarilla de arroz. Se realiza un análisis cualitativo y cuantitativo, los cuantitativos están representados por los resultados de los ensayos de resistencia a compresión simple y el porcentaje de absorción que presentan cada uno de los bloques, de acuerdo a la norma NTE INEN 3066, el análisis cualitativo se lo toma al momento de aceptar la muestra y determinar sus aspectos visuales, estos dependen de la forma de fabricación para que los mismos estén dentro del cumplimiento de la norma vigente.

Mediante análisis se puede concluir que el porcentaje de reposición óptimo es el 10% del peso del cemento por ceniza de cascarilla de arroz, la diferencia que tienen los otros porcentajes de reemplazo es pequeña en comparación con la muestra patrón a los 28 días, se puede observar que la resistencia es mejor. Finalmente, mediante análisis económico, se determinó la factibilidad de fabricar artesanalmente los bloques, ahorrando un 3% del costo en el mejor reemplazo, y reduciendo la resistencia en aproximadamente un 12%. Estos bloques son clase B para muros no estructurales. (NTE INEN 3066, 2016)

**Palabras clave: bloques huecos, ceniza de cascarilla de arroz, resistencia a compresión.**

## **ABSTRACT**

The present study aims to establish the effect of the rice husk ash in the setting time and in its physical mechanical properties. For that, the cement was partially substituted by rice husk ash using sample tests of different weight percentages (5%, 10%, 15% and 20%). Then, these different specimens were used to manufacture hollow concrete blocks, which must comply with the characteristics according to the INEN 3066 standard. These requirements will give confidence to artisanal producers, builders and customers about the bulkhead performance.

We used the dosage provided by the artisans, which classifies as type B according to the INEN 3066 standard. The light aggregates: such as Chasqui and white powder were characterized through laboratory tests. Subsequently, we produced the hollow concrete blocks with 5%, 10%, 15% and 20% percentages of with rice husk ash. A qualitative and quantitative analysis were performed, where the quantitative ones are represented by the resistance essays, simple compression resistance tests and the absorption percentage, according to the standard NTE INEN 3066. As far as qualitative analysis is concerned, the sample physical appearance at the time it is collected is assessed, which depends on the manufacture technique according to the current standard.

The analysis showed that the optimum percentage of cement substitution is 10% of rice husk ash, because of the small properties differences it showed compared to the non-substituted blocks. In fact, they exhibited better resistance compared to the other rice husk hash substituted blocks after 28 days of construction. Finally, an economic analysis was performed to determine the feasibility of manufacturing blocks in a handcrafted manner. The result showed that the production of blocks with the optimal rice ash substitution would save 3% of the cost manufacture and a decrease in resistance by approximately 12%. According to the NTE INEN 3066, these blocks classify as Class B blocks for non-structural walls construction.

Keywords: hollow blocks, rice husk ash, compression resistance.

## **PRESENTACIÓN**

El presente trabajo de titulación está dividido en cinco capítulos, los cuales se han desarrollado de la siguiente manera:

El capítulo 1, consta de las generalidades que presenta el tema investigado, los objetivos: general y específicos, el alcance al que se llegará en esta investigación, así como la justificación del método utilizado, el origen de los materiales utilizados y su importancia.

El capítulo 2, presenta los fundamentos teóricos obtenidos de diferentes bibliografías, en primer lugar, se desarrolla una descripción breve de los inicios del uso de la mampostería, y su desarrollo al pasar el tiempo. Para continuar con las especificaciones de los materiales empleados en la fabricación de bloques dentro del Ecuador, la metodología de construcción en bloqueras artesanales, el método utilizado para la obtención de la ceniza de cascarilla de arroz y finalmente se incluye los parámetros de aceptación que debe cumplir un bloque hueco de hormigón según la norma NTE INEN 3066.

El capítulo 3, hace referencia a lo obtenido en las fuentes bibliográficas consultadas acerca de las propiedades que presenta la ceniza de cascarilla de arroz, y el proceso de obtención de la misma; además, se desarrolla la metodología utilizada en ensayos de laboratorio, para la determinación de propiedades físico-mecánicas de los materiales, y posteriormente se describen los ensayos realizados a los bloques huecos patrón, conjuntamente con los diferentes porcentajes 5%, 10%, 15% y 20% de reemplazo en peso del cemento por ceniza de cascarilla de arroz.

El capítulo 4, se realiza un resumen de resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de los materiales utilizados en la fabricación como de los bloques huecos de hormigón. Además, se realiza un análisis de las propiedades que presenta el bloque hueco de hormigón como: resistencia a compresión simple, porcentaje de absorción, tiempo de fraguado, peso, costo de fabricación y la adquisición de resistencia a temprana edad.

El capítulo 5, presenta las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio de investigación expone la elaboración de bloques huecos de hormigón, con material no normalizado como son: la piedra pómez, polvo blanco y la adición de ceniza de cascarilla de arroz en porcentajes de reemplazo del cemento en 5%, 10%, 15% y 20%, conjuntamente los agregados pétreos utilizados en la fabricación de bloques huecos de hormigón que no cumplen con las especificaciones técnicas de granulometría, peso específico, densidades y resistencia a la abrasión de la norma INEN 872.

El uso de material extraído directamente de la naturaleza, como son: la piedra pómez y polvo blanco utilizados para la fabricación artesanal de bloques huecos de hormigón, no poseen ningún tipo de control de calidad, y presentan bajas propiedades físico-mecánicas, pero la inclusión de materiales como la ceniza de cascarilla de arroz<sup>1</sup> le da un valor agregado a la fabricación de bloques huecos de hormigón.

El Ecuador se caracteriza por ser un país agrario donde una de sus producciones principales es el arroz, debido a la gran demanda en la población. En la industria de la construcción se investiga el uso de la ceniza de la cascarilla de arroz en diferentes ámbitos, entre ellos mitigar la quema sin control de la misma. Como resultado existen estudios de hormigón a base de una mezcla entre cemento y ceniza de cascarilla de arroz, la misma que funciona como material suplementario. Al existir alto contenido de sílice en la (CCA) permite que al mezclarse con el cemento a temperatura ambiente y en presencia de agua reaccione fácilmente con el calcio o  $\text{Ca(OH)}_2$  libre. (Bastidas & Ortiz, 2016)

En las zonas suburbanas y rurales de las ciudades del Ecuador los bloques huecos de hormigón fabricados de forma artesanal, son más utilizado debido a su

---

<sup>1</sup> (CCA): Ceniza de Cascarilla de Arroz.

fácil comercialización, al no existir normativa de fabricación, existe la influencia del desconocimiento de las propiedades de los materiales que conforman el mampuesto, con lo cual los mampuestos no cumplen con norma INEN 3066. En investigaciones realizadas con referencia a bloques huecos de hormigón de fabricación artesanal, se han obtenido diferentes dosificaciones para su fabricación sin variar el costo de producción y que cumplen con la norma INEN 3066. (Santacruz & Velasteguí, 2018).

El interés por esta investigación, en el ámbito académico, se basa en investigaciones realizadas de la inclusión de ceniza de cascarilla de arroz al hormigón. Por este motivo, para la fabricación artesanal de bloques huecos de hormigón se realiza el reemplazo parcial de cemento por (CCA) más los materiales; piedra pómez, polvo blanco y agua, con el fin de que las resistencias cumplan con la normativa vigente. Además, se busca determinar que la influencia de la (CCA) en el tiempo de fraguado sea aceptable.

En la parte experimental de la investigación inicialmente se obtendrán las propiedades físicas y mecánicas de dichos materiales a través de ensayos de laboratorio, se utilizará la dosificación proporcionada por la bloquera en estudio para la fabricación de bloques huecos de hormigón clase B, misma que será alterada con reemplazos porcentuales en peso del cemento 5%, 10%, 15%, y 20% por (CCA), que deberán cumplir con la normativa. Por lo tanto, se fabricará 50 bloques huecos de hormigón de cada porcentaje de reemplazo y 50 bloques patrón el cual se denomina A=0% (CCA), este debe calificarse como bloques huecos de hormigón clase B de acuerdo a la norma, se fabricará un total de 250 bloques huecos de hormigón.

Finalmente, el análisis de resultados se basará en identificar el porcentaje adecuado de sustitución de cemento por (CCA). El cual considerará la adquisición de resistencia a compresión simple a temprana edad para determinar la influencia del tiempo de fraguado, ya que es unas características fundamentales del cemento de alta resistencia inicial. Los bloques huecos de hormigón deben cumplir con las características de resistencia, absorción y densidad según la norma INEN 3066.

(NTE INEN 3066, 2016). Además, se realizará un análisis costo-beneficio para evaluar la variación de recursos que requiere la elaboración de los bloques.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar la influencia en el tiempo de fraguado y en las propiedades físico-mecánicas que presenta la sustitución parcial en porcentaje en peso del cemento por la ceniza de cascarilla de arroz, mediante ensayos de probetas con diferentes porcentajes 5%, 10%, 15% y 20%, para la fabricación de bloques, los mismos que deben cumplir características que los califiquen según la norma INEN 3066.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales pétreos que se emplean en la fabricación artesanal de los bloques de hormigón, mediante ensayos de laboratorio, para incorporarlos como agregado en una mezcla para bloques huecos de hormigón.

Establecer un bloque patrón, utilizando la dosificación proporcionada por la bloquera en estudio, permitiendo que al menos los bloques cumplan con la clasificación clase B según la normativa vigente.

Reconocer la calidad del mampuesto obtenido, mediante ensayos de resistencia a la compresión simple, porcentaje de absorción y densidad, realizados en laboratorio, los cuales permitan aprobar su calidad y cumplir las exigencias de la norma INEN 3066.

Estimar la variabilidad de fabricar bloques huecos de hormigón que cumplan la normativa INEN 3066, mediante un análisis COSTO-BENEFICIO entre los bloques huecos de hormigón fabricados de manera artesanal en este trabajo.

## **1.3 ALCANCE**

Basado en los resultados del ensayo de tiempo de fraguado del cemento ARMADURO IP con 5%, 10%,15% y 20% de reemplazo en peso de cemento por CCA, se podrá observar la variación que estos presentan, además se encuentran dentro del rango de la norma NTE INEN 490.

Mediante los resultados de los ensayos realizados en laboratorio se busca identificar el porcentaje óptimo de reemplazo de cemento por ceniza de cascarilla de arroz, en la fabricación de bloques huecos de hormigón, determinando el costo-beneficio que ofrece su inclusión.

Por el uso de cemento de alta resistencia inicial Armaduro IP de la empresa UNACEM, se puede observar en las distintas dosificaciones la variación del tiempo de fraguado de acuerdo a la adquisición de la resistencia a compresión simple en bloques huecos de hormigón. En conformidad a la ficha técnica de fabricación del cemento de alta resistencia inicial se considerará que la resistencia de diseño se dará a los 7 días, cabe mencionar que por el uso de material no normalizado ésta puede verse afectada.

Considerando la norma NTE INEN 3066, se busca comprobar que los bloques fabricados sean Clase B según su resistencia, mediante los resultados del ensayo a compresión simple de laboratorio.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

Esta investigación se enfoca en reemplazar parcialmente el porcentaje en 5%, 10%, 15% y 20% en peso del cemento por ceniza de cascarilla de arroz ((CCA)), determinar su influencia en el tiempo de fraguado en la resistencia a compresión simple a temprana edad, las características Físico - Mecánicas de los bloques huecos de hormigón, debido a las propiedades que presenta la (CCA) derivado de su alta actividad puzolánica, lo cual se ha determinado en varios estudios realizados en el Continente Asiático. (Swami & Robert, 2017)

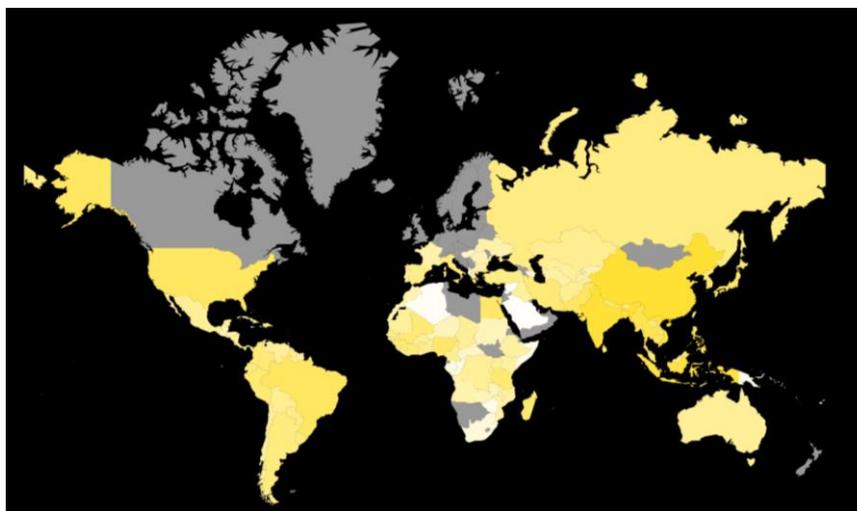
Otro de los beneficios de esta investigación es buscar beneficiar a los productores de bloques huecos de hormigón de fabricación artesanal, asegurando que sus productos cumplan con las normas vigentes, además de proporcionar confianza en la población al utilizar estos bloques huecos de hormigón para la construcción.

Al utilizar la (CCA) como sustitución parcial de porcentaje en peso del cemento en 5%, 10%, 15% y 20%, el cual beneficiará a los productores artesanales de

bloques huecos de hormigón, ya que se busca disminuir su costo de fabricación, pero a su vez se verá afectado debido al incremento de tiempo de fraguado que este presenta. (Abu Bakar, B. H., Putrajaya, R. & Abdulaziz, 2012); (Muthadhi & Kothandaraman, 2013)

## 1.5 RESEÑA DE LA PRODUCCIÓN DE LA CASCARILLA DE ARROZ

A nivel mundial se cultiva el arroz en grandes cantidades, ya que es un producto de primera necesidad como se muestra en la *Imagen 1*, de acuerdo a la intensidad del color amarillo se determina la cantidad de producción. Del arroz se extrae como residuo su cascarilla, lo que conduce a la necesidad de encontrar medios donde pueda ser aprovechada, en el caso de ser utilizada en el hormigón se debe pasar por un tratamiento previo a su inclusión, y en la agricultura se la utiliza como un abono.



*Imagen 1.* Países productores de arroz a nivel mundial  
Fuente: (ATLASBIG, 2019)

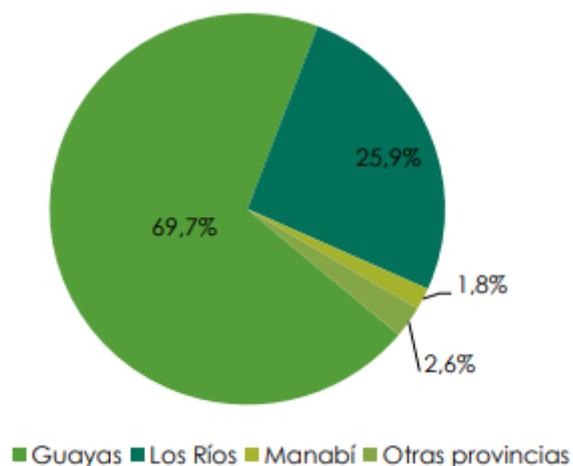
### 1.5.1 A NIVEL MUNDIAL

La producción de arroz a nivel mundial está alrededor de 759´600,000.0 toneladas anuales, (FAO, 2018) las cuales producen como desperdicio el 20% de cáscara del arroz producido, (Tobar & Quijije, 2017) lo que representa 148´508,360.8 toneladas de cascarilla de arroz.

### 1.5.2 A NIVEL NACIONAL

El Cultivo del arroz es uno de los más importantes del Ecuador, ya que ocupa una buena parte de la superficie nacional destinada a la producción agrícola y genera alrededor de 124.000 empleos directos, anualmente se siembra alrededor de 340 mil hectáreas cultivadas por 75.000 unidades de producción agropecuaria, de las cuales el 80% son productores de hasta 20 hectáreas y la región que más aporta a la producción nacional es la costa.(Baquerizo, 2011)

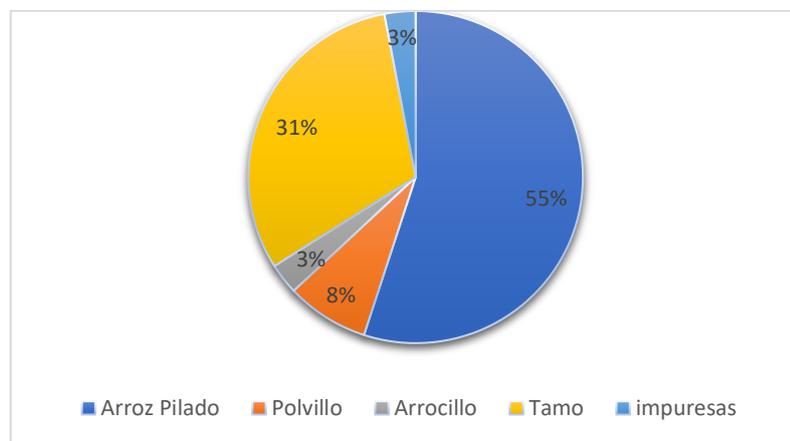
La mayor cantidad de cultivos de arroz se concentran en el litoral ecuatoriano con casi el 99% de superficies destinadas al cultivo de este producto. En donde se han destacado las Provincias de Guayas y Los Ríos por ser las mayores productoras a nivel nacional, debido en gran parte a que poseen suelos aptos para el cultivo. Guayas y Los Ríos poseen el 95,4% de las superficies sembradas a nivel nacional, dejando un 4,6% a las otras provincias. En términos de producción Guayas y Los Ríos son las principales provincias que aportan a la producción nacional con un 69,7% y 25,7% respectivamente como se muestra en la **Imagen 2**. ((NEC/ESPAC), 2019)



**Imagen 2** Cultivo de arroz por provincia  
Fuente: ((NEC/ESPAC), 2019)

La producción de arroz es alrededor de 1'534.537 toneladas anuales, (Corporación Financiera Nacional, 2018) las cuales producen 306.907,4 toneladas de cascarilla de arroz. (Tobar & Quijije, 2017)

Durante el proceso de pilado se genera el arroz blanco y varios subproductos que pueden ser comercializados como son: polvillo de arroz, arrocillo y la cascarilla de arroz (Tamo) que representan el 8%, 3% y 31% respectivamente en peso del arroz como se muestra en la **Imagen 3**. ((NEC/ESPAC), 2013)



**Imagen 3** Productos y subproductos obtenidos del pilado del arroz.  
Fuente: (ESPAC, 2013)

En el Ecuador el arrocillo es comercializado a un promedio de 14 dólares por las 100 libras, mientras que el polvillo a 12 dólares las 100 libras. En cuanto a la cascarilla de arroz es un desecho que no es aprovechado de la mejor manera, gran parte de este subproducto es utilizado en las piladoras como combustible para el secado de arroz, se lo bota al borde de las carreteras o a los ríos. (Velásquez, 2016)

La cascarilla de arroz en nuestro medio, se lo ha considerado como contaminante, combustible y en pocos casos como fertilizante. Existen múltiples estudios sobre los diferentes usos que se le puede dar a la cascarilla del arroz y sobre los beneficios que esta podría dar a la sociedad, utilizándola como materia prima para la elaboración de diversos productos, además de evitar la quema indiscriminada. (CERÓN, 2012)

## CAPÍTULO 2

### 2 FUNDAMENTO TEÓRICO

#### 2.1 GENERALIDADES

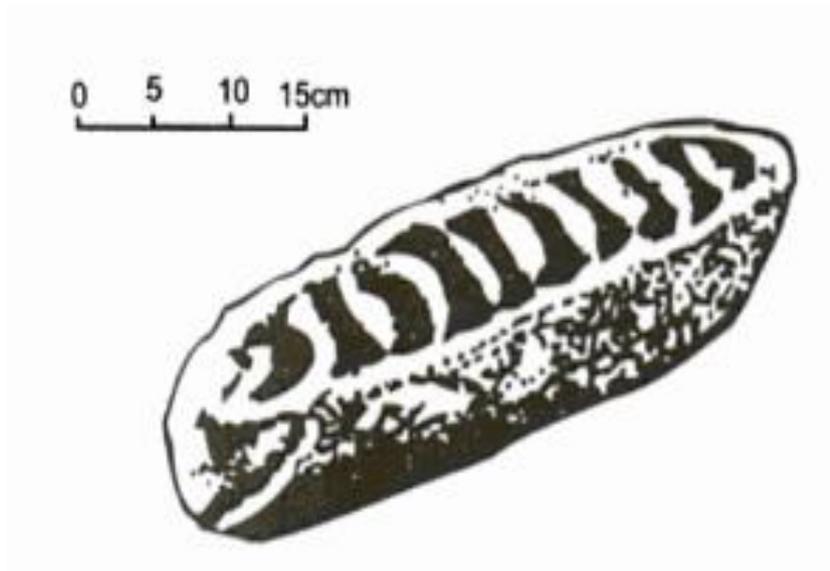
El desarrollo de la mampostería surge a partir de la necesidad de vivienda que tiene el hombre, esto inicia en la antigüedad con el empleo de rocas apiladas para que el hombre tuviera resguardo del frío y de bestias salvajes, hace unos 15 mil años atrás. Al pasar el tiempo se incorpora el uso de mortero de barro, ya que permitiría la facilidad de acomodo de la irregularidad de las piedras naturales como se muestra en la *Imagen 4*. En la actualidad los avances son notorios, aunque aún persiste el principio de uso de mortero para la unión de la mampostería.



*Imagen 4.* Edificaciones en las laderas. Muros de piedra con mortero de barro  
Fuente: (Gallegos & Casabonne, 2005)

##### 2.1.1 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

La primera unidad de albañilería hecha por el hombre fue una masa de barro secada al sol en forma de pan, como sustitución de la piedra natural, encontrada por excavaciones arqueológicas realizadas en Jericó Medio Oriente entre 5000 a 7000 a.C. Más adelante se vendrían adaptando su composición de materiales y tomando formas distintas, las unidades de albañilería eran como se muestra en la *Imagen 5*.



**Imagen 5.** Unidad de albañilería de barro secada al sol (Jerico, 7350 a.c)  
Fuente: (Gallegos & Casabonne, 2005)

Posteriormente, al desarrollo de las unidades de albañilería se encuentra el adobe, una masa de barro mezclada con paja a la cual se da forma de paralelepípedo recto, como ejemplo los restos del gran templo formado en la ciudad de Uruk 2900 a.C. a principio del tercer milenio antes de Cristo, el adobe fue llevado al horno para hacer ladrillos cerámicos, algunos de los ejemplares todavía existen como “Puerta de Ishtar de Babilonia”, actualmente el Museo Pergamino.

En la arquitectura renacentista casi no hubo desarrollo en la mampostería y al llegar la revolución industrial hubo más énfasis en las construcciones de hierro, acero y hormigón, con lo cual el enfoque de la mampostería quedó en segundo lugar como revestimientos, rellenos y protección contra incendios, etc. (Beall, 2012)

Como se muestra en la **Imagen 6** el edificio Monadnock fue construido entre 1889 y 1891, considerado como el último edificio alto de su tipo con muros portantes de simple mampostería exterior. Tiene 16 pisos y paredes de 1.80 m de espesor, con el 25% de área de ocupación.



**Imagen 6.** Edificio de Monadnock  
Fuente:(Sánchez, 1983)

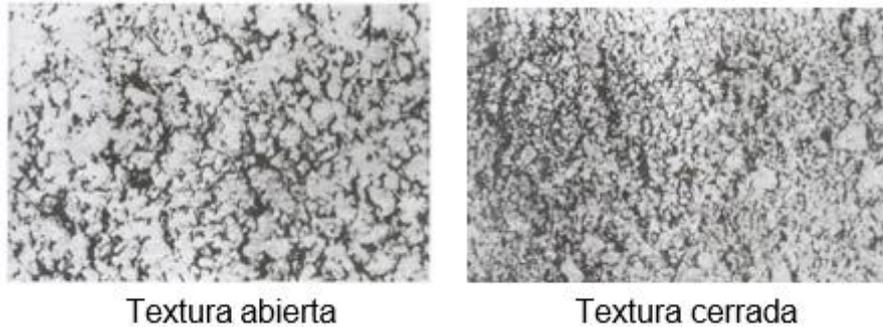
Luego de la segunda Guerra mundial, Suecia inició la fabricación de bloques huecos de hormigón, formados en moldes uniformes y precisos. En Zurich (1954) se completó el primer edificio de muros portantes, diseñado con métodos lógicos, con una altura de 20 pisos y muros de mampostería simple de 32 cm de espesor, los cuales se necesitaron principalmente por condiciones de aislamiento térmico. (Gallegos & Casabonne, 2005)

### 2.1.2 BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN

Un bloque hueco de hormigón es una pieza prefabricada de hormigón convencional (agregados pétreos, cemento y agua), su presentación más común es en forma de paralelepípedo el cual presenta beneficios en la facilidad de construcción, el mismo que debe cumplir condiciones mínimas según la norma vigente INEN 3066.

Se elaboran con una mezcla relativamente seca de cemento, agregados, agua y en algunos casos, aditivos. El material se moldea, compacta y cura en condiciones controladas, que garantizan la obtención de las propiedades buscadas tales como densidad, resistencia alta, baja absorción y uniformidad.(Arrieta, 2010)

La mezcla debe tener una textura abierta, permitiendo al mortero adherirse de mejor manera a los agregados durante el proceso de compactación, bajo la influencia de la vibración. Una vez terminada la vibración se procede a retirar la unidad del molde, misma que debe ser firme para su manipulación posterior.



**Imagen 7** Concreto de textura abierta y cerrada  
Fuente: (Gallegos & Casabonne, 2005)

El uso de bloques huecos de hormigón en el área de construcción tiene ventajas, entre ellas: la rapidez, exactitud, uniformidad de las medidas, resistencia a la compresión simple y durabilidad, las cuales se observan durante la ejecución y finalización de obras. Además, son utilizados principalmente en mampostería y alivianamiento en losas. (García, García, & Saraví, 2015)

## 2.2 MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE BLOQUES EN EL ECUADOR

### 2.2.1 GENERALIDADES

En el Ecuador los bloques más utilizados son los bloques huecos con cara ciega, los mismos deben poseer sus caras planas como se muestra en la **Fotografía 1**, para así poder colocar el mortero, además, el espesor de la cara ciega no debe ser menor a 20 mm.



**Fotografía 1.** Bloques huecos de hormigón de dimensiones 15x20x40 cm  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

Los materiales más utilizados en distintas zonas del Ecuador constan de materiales pétreos cercanos a la zona tales como: arena, polvo azul, piedra pómez, chasqui, etc.

Los bloques huecos de hormigón suelen ser huecos generalmente tienen forma prismática, con dimensiones normalizadas. En el mercado se encuentran bloques huecos de hormigón de diferentes dimensiones comúnmente son las siguientes: 10x20x40 cm, 15x20x40 cm y 20x20x40 cm.

## **2.2.2 MATERIALES**

Los agregados utilizados en el sitio de fabricación para este estudio son 2 agregados livianos: piedra pómez y polvo blanco. Dependiendo la clase de bloques que se desee fabricar, los artesanos cambian los materiales según sea necesario, utilizando, cemento de alta resistencia inicial y agua potable para la fabricación.

### **2.2.2.1 Agregados pétreos**

A los agregados pétreos también se los conoce como áridos, ya que son materiales de granel de pequeñas dimensiones, los cuales van desde el polvo de diámetro inferior a 0.08 mm, a gravas y bolos de diámetro superior a 100 mm. (Galabru, 2004) ya sean estos calificados o no según las normas que rigen en el país para sus diferentes usos.

Son componentes importantes en los bloques huecos de hormigón ya que ocupan entre el 85 y 90 % de la unidad, también son utilizados para la elaboración de morteros, hormigones, construcción de carreteras, y demás obras civiles, cuya granulometría deberá ser escogida acorde a su uso.

#### **2.2.2.1.1 Piedra pómez**

La piedra pómez es una roca de origen volcánico, de baja densidad, muy porosa como se muestra en la **Imagen 8**. Gracias a la porosidad tiene la capacidad de absorción, además de hacerla ligera, con una textura rugosa. La densidad de la piedra pómez se encuentra entre 720 y 1440 kg/m<sup>3</sup>. Se utilizan en concretos ligeros de moderada resistencia. (Kosmatka, 2004)

También conocida como chasqui o cascajo, este material adquiere el nombre de acuerdo al lugar de donde se realiza su extracción, los mismos que poseen un bajo peso por la presencia de poros o espacios huecos dentro de su interior, por lo cual es liviano y su resistencia al desgaste es mayor al compararlo con otros agregados pétreos. Estas propiedades influyen al determinar el peso del mampuesto y de esta manera aportan directamente en la disminución del peso de la estructura.



*Imagen 8.* Piedra pómez  
Fuente: (Rubén & Cañizares, 2011)

#### **2.2.2.1.2 Polvo blanco**

Este material es considerado como el agregado fino para la elaboración de bloques huecos alivianados semi-prensados o bloques huecos de hormigón prensados- alivianados, los cuales son fabricados de forma artesanal, en mayor porcentaje de su composición granulométrica es material fino ya que pasa por el tamiz #200, el mismo que posee piedra pómez de menores dimensiones con relación al tamaño del agregado grueso. (Kosmatka, 2004)

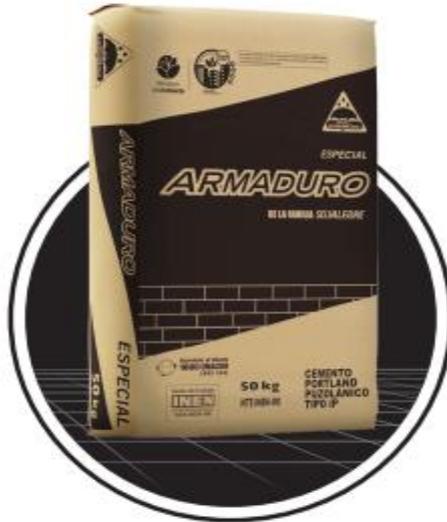
#### **2.2.2.2 Cemento**

El cemento Portland se encuentra conformado principalmente por silicatos de calcio, y aluminio; se lo denomina hidráulico ya que al entrar en contacto con el agua o aire se fragua o endurece (Barriga, 2007). Durante todas sus fases se realiza un control tal que permita obtener una calidad determinada de producto final, siendo adecuado y certificado. Se lo provee en sacos de 50kg o granel.

##### **2.2.2.2.1 Cemento portland IP**

El cemento Portland Puzolánico Tipo IP ARMADURO, diseñado para la elaboración de toda clase de prefabricados de hormigón como se muestra en la

**Imagen 9**, debe cumplir con la norma NTE INEN 490 y ASTM C 595, señalado en la ficha técnica ANEXO 2. Este cemento se usó en el presente trabajo debido a su alta resistencia inicial.



**Imagen 9.** Cemento Armaduro tipo IP UNACEM  
Fuente: UNACEM

### 2.2.2.3 Agua

El agua a utilizar debe cumplir la norma NTE INEN 1108:1984, agua potable que posee un pH entre (6 a 9,2); no debe contener materia orgánica, azúcares u otras sustancias que afecten la durabilidad o la resistencia a compresión simple de bloques huecos de hormigón. El uso de otro tipo del agua, puede acelerar el fraguado, disminuir la resistencia y generación de eflorescencias en la superficie del bloque hueco de hormigón, etc. como es el caso del agua de mar. (Arrieta, 2010)

El agua es un elemento esencial antes en la mezcla, durante la hidratación y después en el curado de la fabricación del hormigón, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante a partir del contacto entre el agua y el cemento. Al momento de la fabricación del bloque hueco de hormigón ya que de éste depende el desarrollo de la resistencia última, la trabajabilidad durante la construcción, y de la hidratación de las partículas de cemento durante el tiempo de curado.



*Fotografía 2.* Agua Potable utilizada en la bloquera  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### **2.2.3 HORMIGÓN LIGERO**

ACI 213R define al Hormigón Ligero Estructural (HLE) como aquel que posee una densidad en estado seco al aire menor a  $1.850 \text{ kg/m}^3$ . (Videla & López, 2001)

## **2.3 FABRICACIÓN ARTESANAL DEL BLOQUE HUECO DE HORMIGÓN**

### **2.3.1 GENERALIDADES**

En la fabricación artesanal de bloques huecos de hormigón se usa comúnmente hormigones livianos de baja densidad, debido a que uno de sus materiales (arena) es sustituido con piedra pómez por ser material fino de baja densidad, y su abundante presencia en la región interandina de nuestro país.

Las bloqueras fabricantes de mampuestos cambian la proporción de los materiales tradicionales, en base a la experiencia obtenida durante años. Sin embargo, desconocen la capacidad de la resistencia a la compresión simple, densidad y absorción real del mampuesto. Al no tener este conocimiento toman la cantidad de bloques fabricados por saco como un indicativo de calidad, mientras más bloques sean fabricado menor es la calidad del bloque.

### 2.3.2 BLOQUE HUECO DE HORMIGÓN PRENSADO ALIVIANADO

En el caso de este trabajo se llama así al bloque hueco de hormigón que está fabricado con polvo blanco, piedra pómez, cemento y agua, con ayuda de la máquina hidráulica vibro-prensadora la cual es utilizada en bloqueras artesanales para la construcción de los mismos.

Los bloques prensados alivianados, denominados de esta manera por los fabricantes, tienen una dosificación que está basada en el bajo costo de fabricación, ya que su oferta en el mercado de la construcción es más viable la venta por volumen que por calidad, generalmente estos no entran en la clasificación según la norma vigente, sin considerar su empleo en obras civiles.

Al incrementar la cantidad de cemento en la dosificación, los artesanos garantizan que el producto tenga mayor calidad en comparación a los que comúnmente son fabricados por ellos. (Arrieta, 2010)



*Fotografía 3.* Bloques huecos de hormigón prensados alivianados sin norma y bajo costo de producción.  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

#### 2.3.2.1 Proceso de fabricación de bloque hueco de hormigón artesanal

El proceso de fabricación artesanal de bloques huecos de hormigón no se encuentra normado ya que existen variantes como son: la experiencia del fabricante, cantidad de material a ser utilizado, el tiempo de vibración empleado, la cantidad del agua de acuerdo a su trabajabilidad al fabricar los mampuestos, y

adicionalmente los bloques huecos de hormigón son fabricados sin ningún conocimiento de sus propiedades físico- mecánicas.

Generalmente la cantidad de unidades obtenidas depende de la cantidad de cemento y la resistencia que se desea obtener, el agua de la mezcla se incorpora empíricamente según la experiencia adquirida por los artesanos. Los bloques huecos de hormigón se fabrican según diferentes modalidades que van desde una producción manual, hasta la producción automatizada.

En la **Fotografía 4** se muestra la ubicación de los agregados a ser utilizados para la fabricación de bloques huecos dentro de la bloquera.



**Fotografía 4.** Ubicación de los agregados dentro de la bloquera  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

#### 2.3.2.1.1 Dosificación

En cuanto sea posible toda dosificación se debe realizar por peso, pero en esta ocasión se realiza volumétricamente, se puede utilizar cualquier recipiente tomando como medida la unidad de cemento, se debe usar el mismo recipiente con los demás materiales se debe garantizar, para tener las mismas proporciones dadas en la dosificación.(Arrieta, 2010)

Con respecto a la producción que realizan los artesanos, estos producen alrededor de 80 unidades de bloques de hormigón por saco de cemento de 50 kg, las cantidades de material utilizado se presenta en la **Tabla 1**, por motivos de estudio se pidió al fabricante la dosificación que se utilizaría en la producción de 55

unidades por saco, que son bloques que cumplirían como clase B según la normativa NTE INEN 3066.

**Tabla 1**

*Dosificación artesanal en volumen.*

Material	Volumen (m <sup>3</sup> )	Dosificación en Volumen
Agregado Grueso (piedra pómez)	0.563	30.43
Polvo Blanco	0.563	30.43
Agua	0.0512	2.768
Cemento	0.0185	1.00
Para 1 m <sup>3</sup> de agregados se necesita 44.41 kg de cemento		

Fuente: Bloquera en estudio  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Fotografía 5**, se muestra el uso de carretillas como recipiente de medición de los agregados empleados para la fabricación de bloques huecos de hormigón. La capacidad que tiene la máquina mezcladora y la cantidad volumétrica de material que se puede colocar en la mezcladora, a este volumen los artesanos la denominan parada.



**Fotografía 5.** Agregado fino y agregado grueso existentes en la bloquera  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En dos paradas se fabrican los bloques huecos de hormigón de estudio, se colocará 45 kg de cemento, 38 palas de agregado fino (polvo blanco) y 38 palas de

agregado grueso (piedra pómez) y 6 ½ baldes de construcción (8 litros) para medir el agua para fabricar 50 bloques huecos de hormigón.

Debido al tamaño de las partículas, los artesanos emplean volúmenes iguales entre agregado fino y agregado grueso, con la dosificación proporcionada por los artesanos, se llevará a cabo la obtención de la dosificación de los bloques huecos de hormigón de estudio, y consecuentemente se realizará el análisis de sustitución de porcentaje en peso del cemento por ceniza de cascarilla de arroz.

En la *Tabla 2* se presenta la cantidad de material utilizado para la construcción de 25 bloques huecos de hormigón en estudio de una parada de fabricación.

**Tabla 2**

*Dosificación en volumen para 25 bloques huecos de hormigón*

<b>Material</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Dosificación en Volumen</b>
Agregado Grueso (piedra pómez)	0,176	21.04
Polvo Blanco	0,176	21.204
Agua	0,024	2,885
Cemento	0,0083	1
Para 1 m <sup>3</sup> de agregados se necesita 63.92 kg de cemento		

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

De la cual se puede observar la proporción volumétrica de cemento, agregados, y agua con el fin de obtener 25 bloques huecos de hormigón clase B.

En la *Tabla 3* se presenta los valores de porcentaje en peso sustituidos de cemento por ceniza de cascarilla de arroz para la construcción de 50 bloques huecos de hormigón. Cabe mencionar que las cantidades mencionadas del agua son relativas, ya que esto dependerá del estado en el que se encuentre los agregados debido a su humedad, debido a que estos se encuentran a la intemperie y están expuestos a los diferentes eventos climáticos como lluvia, sol, etc.

**Tabla 3***Cantidades de material utilizado en la fabricación de bloques de estudio*

<b>PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN</b>	<b>Unidad</b>	<b>PATRÓN</b>	<b>5% (CCA)</b>	<b>10% (CCA)</b>	<b>15% (CCA)</b>	<b>20% (CCA)</b>
Agregado Grueso (piedra pómez)	(m <sup>3</sup> )	0.352	0.352	0.352	0.352	0.352
Polvo Blanco	(m <sup>3</sup> )	0.352	0.352	0.352	0.352	0.352
Agua	(m <sup>3</sup> )	0.048	0.054	0.060	0.066	0.072
Cemento	(kg)	45	42.75	40.5	38.25	36
Ceniza de Cascarilla de Arroz	(kg)	0	2.25	4.5	6.75	9

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**2.3.2.2 Proceso de preparación de la mezcla**

El proceso de mezclado es colocar primero el agregado grueso (piedra pómez) seguido del cemento, esto se lo realiza para obtener una mezcla homogénea, seguido se coloca el agregado fino (polvo blanco) una vez mezclado estos tres materiales se agrega el agua, de acuerdo a la experiencia de los artesanos ven la consistencia que debe poseer la mezcla para que estén listos para la fabricación de bloques huecos de hormigón como se muestra en la **Fotografía 6**, la fabricación de bloques huecos de hormigón tarda de 5 a 6 minutos por parada.

Cada parada que realizan los artesanos en la fabricación de bloques huecos de hormigón, depende de la capacidad que tiene la máquina, la misma que es aproximadamente de 0.5 metros cúbicos

**Fotografía 6.** Máquina para mezclar los materiales

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 2.3.2.3 Fabricación del bloque hueco de hormigón

Para fabricar el bloque hueco de hormigón se debe colocar el molde en la máquina de vibro-compactación, una vez ensamblado el molde dentro de la máquina, se procede a encenderla, la mezcla preparada debe llenar el molde con un considerable exceso permitiendo que al momento de compactar llene completamente el molde como se muestra en la **Fotografía 7**, por esta razón es necesario colocar un extra para obtener bloques huecos de hormigón para que cumplan con las dimensiones.



**Fotografía 7.** Fabricación de bloques huecos de hormigón  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

Antes del vibrado se debe colocar un material sintético sobre una base de madera, el cual tiene la funcionalidad de evitar que el bloque hueco de hormigón se adhiera a la madera como se muestra en la **Fotografía 8** al momento de retirar las unidades del molde.



**Fotografía 8.** Base de madera con material sintético (lona)  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

Una vez terminado el tiempo de vibro-compactación, la máquina automáticamente se elevará para poder desmontar las unidades fabricadas para así poder retirarlo de la máquina, como se muestra en la **Fotografía 9**.



**Fotografía 9.** Retiro de los bloques huecos de hormigón fabricados  
ELABORADO POR: Aigaje y Chalco (2021)

#### 2.3.2.4 Proceso de secado y curado

Al retirar los bloques huecos de hormigón de la máquina, se procede a colocarlos sobre el suelo, el mismo que debe ser lo más regular posible, para evitar daños en el producto (bloque hueco de hormigón), y que exista una buena distribución para optimizar el uso del espacio como se muestra en la **Fotografía 10**.



**Fotografía 10.** Ubicación de los bloques huecos de hormigón una vez ya fabricados.  
ELABORADO POR: Aigaje y Chalco (2021)

Durante el proceso de curado, debido a que se los coloca a la intemperie, estos están expuestos a la luz del sol, pero la ubicación de la bloquera es óptima ya que se encuentra rodeada de grandes árboles los cuales evitan el contacto directo de los rayos del sol con los bloques huecos de hormigón en las horas de la mañana.

El curado se realiza de manera manual con un riego del agua potable controlado a partir de las 2 horas ya fabricado el bloque hueco de hormigón, el uso del agua es necesario para hidratar y evitar fisuras en los bloques en el proceso de secado, esto se realiza 3 veces al día.



*Fotografía 11.* Proceso de secado y curado de bloques huecos de hormigón  
ELABORADO POR: Aigaje y Chalco (2021)

### **2.3.3 COSTOS EN LA FABRICACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN**

El análisis de precios unitarios en general, varían de acuerdo a la disposición, calidad y precio de material utilizado en la fabricación de bloques huecos de hormigón, aunque se trate de materiales similares, existe riesgo al aplicar el mismo análisis, puesto que puede llegar a resultados equivocados por la variación del precio y calidad de los mismos. (Duarte & Martínez, 2011)

#### **2.3.3.1 Costos directos**

Son los cargos aplicables al concepto de trabajo que se derivan de los materiales, mano de obra, maquinaria, herramienta y equipo de seguridad, exclusivamente para realizar los trabajos directos correspondientes, forma un grupo de gastos necesarios para ejecutar un trabajo, se debe verificar los alcances de cada concepto de trabajo para evitar omitir materiales o consumibles que de no

considerarlos, representarían un decremento en la utilidad considerada de la obra, ya que estos son la parte principal del presupuesto de la obra. (Pineda & Sinchi, 2012)

### **Integración de los Costos Directos.**

Materiales

Mano de Obra

Herramienta Menor

Equipo de Seguridad

Maquinaria y Equipo de Fabricación

#### **2.3.3.2 Costos indirectos de producción de un bloque hueco**

Los costos indirectos son todos los costos que no se los puede clasificar ni como materiales directos ni como mano de obra directa, pero que son necesarios en la producción. (Sinisterra Valencia & Polanco, 2007)

Los costos indirectos están relacionados con el producto, pero no se lo asigna al mismo de forma cierta y económicamente asumible. Para estos costos no se conocen las cantidades de factores consumidos por unidad de producto en términos físicos y económicos. (Fullana & Paredes, 2008)

Según el análisis realizado en la **Tabla 4**, los costos de preparación, dosificación y mezclado de material con vibro-compactación son transferidos proporcionalmente a las actividades de secado al aire libre, curado y almacenaje en función a sus costos acumulados. (Lagua, 2015)

Los costos indirectos son aquellos que se deben primero acumular para luego asignarlos a la unidad pertinente. Por ejemplo, el salario del jefe de mantenimiento se identifica fácilmente con la planta, sin embargo, es un costo indirecto con relación a un departamento específico y más aún, con relación a la unidad de producto. (Poveda, 2016)

### **Integración de los Costos Indirectos.**

Costos administrativos y técnicos:

Traslado de personal.

Alquileres y depreciaciones

Obligaciones y seguros

Costos de financiamiento

**Tabla 4**

*Costos indirectos de fabricación de un bloque hueco de hormigón en dólares*

Área productiva	Partidas				Total
	Materia prima indirecta	Mano de obra indirecta	Energía eléctrica	Depreciaciones	
Preparación, dosificación y mezclado			0.00	0.00	0.01
Conducción y vibro-compactación	0.01		0.01	0.00	0.00
Secado al aire libre		0.05	0.00	0.00	0.05
Curado		0.02	0.00	0.00	0.02
Almacenaje		0.02	0.00	0.00	0.02
Total	0.01	0.09	0.01	0.00	0.10

FUENTE: Empresa Prefabricados y Construcciones (Lagua, 2015)

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

## 2.4 CASCARILLA DE ARROZ

### 2.4.1 GENERALIDADES

La cascarilla de arroz es la cubierta protectora dura del grano de arroz, que se separan del grano durante el proceso de descascarado, es un desperdicio abundantemente disponible en todos los países productores de arroz, y contiene aproximadamente 30% a 50% de carbón. La producción de arroz en el Ecuador solo en el 2018 fue de 1.350.093 Ton, los mismos que producen una considerable generación de cascarilla de arroz después del proceso de producción, por esta causa han realizado diversos estudios basados en la utilización de la cascarilla de arroz en diferentes ámbitos, por ejemplo; la agricultura, la construcción, generación de energía, etc.(Corporación Financiera Nacional, 2018) (FAO, 2013)



**Fotografía 12.** Cascarilla de Arroz  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

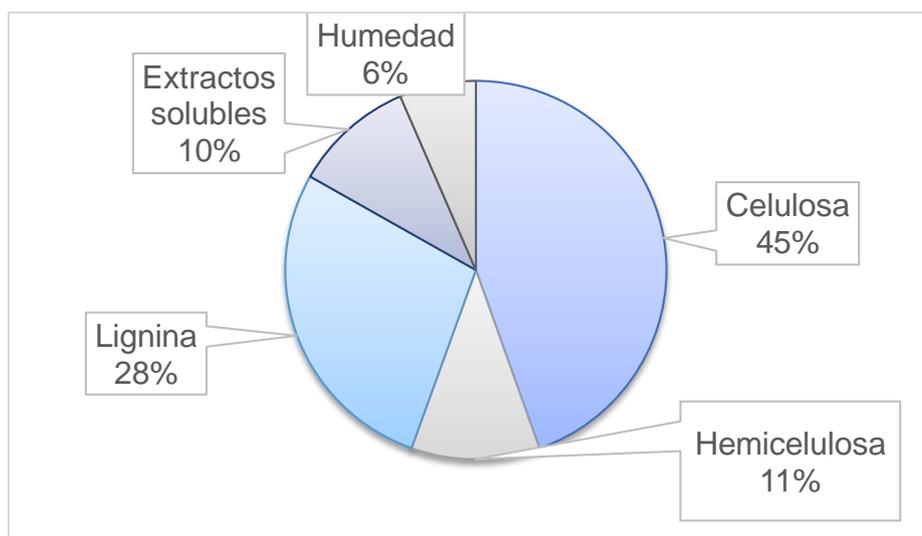
La cascarilla de arroz constituye aproximadamente el 20% del peso del arroz y su composición es la siguiente: celulosa (25,89 a 35,5), Hemicelulosa (18,10 a 21,35), lignina (18,20 a 24,60) como se muestra en la **Tabla 5**. La densidad aparente de la cáscara de arroz es baja y se encuentra en el rango 90 a 150 kg/m<sup>3</sup>. (Valverde, Sarria, & Monteagudo, 2007)

**Tabla 5**  
*Composición físico-química de la cascarilla de arroz*

PARAMETROS	CANADÁ
	RANGO PORCENTUAL (%)
Celulosa	(25,89 - 35,5)
Hemicelulosa	(18,10 – 21,35)
Lignina	(18,20 – 24,60)

Fuente: (Universidad Tecnológica de Pereira, 2007)  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

La cascarilla de arroz ecuatoriana presenta composición de biomasa en una gran cantidad de celulosa 45%, seguido de la lignina que de igual forma se encuentra en un 28%, la hemicelulosa con 11%, estratos solubles 10,35%, humedad 6,55% y ceniza 16% como se muestra en la **Gráfica 1**. (C. Sánchez, 2017)



**Gráfica 1.** Composición química de biomasa de cascarilla de arroz  
 Fuente: (C. Sánchez, 2017)  
 Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

La cascarilla de arroz es un producto agroindustrial que se utiliza como combustible complementario por su valor calorífico (14,42 MJ/kg). En el proceso de incineración, se generan a su vez humos contaminantes que contienen partículas peligrosas en suspensión para las personas, es posible reutilizar esta cascarilla como fuente de generación de hidrógeno y metanol por gasificación. (Echeverría & López, 2010)

#### **2.4.2 COMPOSICIÓN CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ**

La ceniza de cascarilla de arroz ((CCA)) es un material fino con tamaños de partículas generalmente inferiores a 45  $\mu\text{m}$ , las partículas de (CCA) son altamente celulares y tienen un carácter micro poroso con una superficie interna alta, de este carácter se deriva su actividad puzolánica y alta absorción de agua que puede afectar negativamente las propiedades frescas del mortero u hormigón que contiene (CCA)

La (CCA) se obtiene a través de la calcinación de cascarilla de arroz durante 2 horas a una temperatura controlada de 700°C, dando así una composición de (CCA) (90% al 95% de  $\text{SiO}_2$ , 1% a 3% de  $\text{K}_2\text{O}$  y 5% de carbono), después se realiza un proceso de molienda entre (90 a 270 minutos), reduciendo el tamaño de la partícula aproximadamente en el 70% y obtener un tamaño de partícula similar al del cemento. (Singh, 2018)

## 2.5 NORMATIVA NTE INEN 3066

La norma vigente NTE INEN 3066: 2016-11, reúnen los requisitos que debe cumplir el bloque hueco de hormigón, recopilando las normas INEN 638, 639, 640, 642 y 643, que establecían tanto en aspectos visuales como en desempeño mecánico de bloques huecos de hormigón. Para actualizar el estándar a tales parámetros de calidad, no se consideró el proceso de producción de la industria artesanal. Como ejemplo tenemos el curado de las unidades, estas se dejan a la intemperie y se cubren con plástico después de rociar agua con una manguera.

### 2.5.1 CLASIFICACIÓN

#### 2.5.1.1 Por su uso

En la **Tabla 6** se encuentra la clasificación por su uso.

**Tabla 6**

*Clasificación por uso*

<b>Clasificación por uso</b>	
<b>Clase</b>	<b>Uso</b>
A	Mampostería estructural
B	Mampostería no estructural
C	Alivianamiento en losas

Fuente: (NTE INEN 3066, 2016)

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

#### 2.5.1.2 Por su densidad

En la **Tabla 6** se encuentra la clasificación por su densidad.

**Tabla 7**

*Bloques de hormigón de acuerdo a su densidad*

<b>Tipo</b>	<b>Densidad del hormigón (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Liviano	<1680
Mediano	1680 a 2000
Normal	>2000

Fuente: (NTE INEN 3066, 2016)

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

## 2.5.2 REQUISITOS

Se considera un bloque hueco de hormigón cuando el área neta de la superficie de carga sea menor al 75%, mientras que el bloque sólido de hormigón debe ser mayor al 75 %.

El bloque estructural Clase A, tal como se utiliza en esta norma, se considera como parte de un elemento estructural diseñado bajo el criterio de pared portante. El bloque no estructural o clase B, sirve para separar espacios físicos, no debe soportar más carga que su propio peso. Este bloque no debe ser utilizado si va a estar expuesto directamente a la intemperie, a menos de que esté protegido. (NTE INEN 3066, 2016)

### 2.5.2.1 Dimensiones

La norma NTE INEN 3066, en lo referente a las dimensiones de bloques, considera que el espesor del tabique de las superficies divididas no debe ser menor a 19 mm como se muestra en la **Tabla 8**, excepto las unidades que estén destinadas para rellenarse con concreto.

Para bloques clase B y C, en el Ecuador se recomienda que las dimensiones del espesor mínimo de las paredes y tabiques no debe ser menor a 13mm. La tolerancia máxima para el largo y anchos reales, debe ser  $\pm 3$ mm de las medidas nominales. Se puede realizar convenios entre fabricante y comprador para fabricar bloques de diferentes dimensiones al normalizado. (NTE INEN 3066, 2016)

**Tabla 8**

*Dimensiones mínimas de paredes y tabiques, bloques clase A*

Ancho modular del bloque (mm)	Espesores mínimos de paredes y tabiques (mm)		Área mínima normalizada de tabiques (mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
	Paredes	Tabiques	
≤ 100	19	19	45 140
101 a 150	25	19	45 140
> 150	32	19	45 140

Fuente: (NTE INEN 3066, 2016)

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 2.5.2.2 Absorción del agua

La absorción del agua es una indicación de durabilidad en la resistencia a los ciclos de congelación-descongelación, en países con climas extremos, generando

esfuerzo dentro de los poros que se impregnan del agua durante estos ciclos. (Beall, 2012)

Los bloques huecos de hormigón Clase A deben cumplir con la absorción del agua de acuerdo con la **Tabla 9**.

**Tabla 9**  
*Absorción en bloques tipo A*

<b>Tipo</b>	<b>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Absorción máxima promedio (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Absorción máxima por unidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Liviano	<1680	288	320
Medio	1680 a 2000	240	272
Normal	>2000	208	240

Fuente: (NTE INEN 3066, 2016)  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

Para los bloques Clase B y Clase C la norma no establece ningún requisito para la absorción.

### 2.5.3 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

La resistencia a la compresión está relacionada con la densidad del bloque, a mayor densidad mayor resistencia. La resistencia depende también de los materiales utilizados en la elaboración del producto. El ensayo se realiza con las indicaciones del Anexo E de la norma NTE INEN 3066 como se muestra en la **Tabla 10**.

**Tabla 10**  
*Resistencia neta mínima a la compresión en bloques de hormigón*

<b>Numero de bloques</b>	<b>Resistencia neta mínima a la compresión simple (MPa)</b>		
	<b>Clase A</b>	<b>Clase B</b>	<b>Clase C</b>
Promedio de 3 unidades	13.8	4.0	1.7
1 unidad	12.4	3.5	1.4

Fuente: (NTE INEN 3066, 2016)  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 CALCINACIÓN DE LA CASCARILLA DE ARROZ

Para obtener ceniza de mejor calidad con un alto contenido de sílice, se procede a la calcinación de la cascarilla de arroz a 700°C, ya que esta temperatura se encuentra en diferentes fuentes bibliográficas por presentar mejores propiedades, así la ceniza está en capacidad de ser utilizada como reemplazo del cemento.

El proceso de calcinación de cascarilla de arroz se deberá realizar en hornos destinados específicamente para la calcinación de la misma, cuya capacidad térmica sea alrededor de 700°C, este proceso se lleva a cabo durante 3 horas o hasta obtener una ceniza de color blanquecino, según fuentes bibliográficas se obtiene aproximadamente un 17% del total de la cascarilla de arroz, como se muestra en la **Fotografía 13**.



**Fotografía 13.** Procedimiento para obtener la ceniza de cascarilla de arroz  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

Al no contar con este tipo de hornos, en el estudio se procedió a realizar una quema anticipada en un horno de leña por un periodo de tiempo estimado de 5 a 10 minutos y así obtener la cascarilla de arroz en forma de carbón, como se muestra en la **Fotografía 14** esto evitara la emisión de humo dentro de los laboratorios.



**Fotografía 14.** Calcinación previa en horno de leña  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

Al resultado de la quema previa de cascarilla de arroz se sometió a una calcinación en muflas, cuyas temperaturas deben ser controladas a 700°C, seguidamente se realizó un proceso de molienda para aprovechar la máxima cantidad de ceniza, este proceso se basa en información de estudios previos. (Singh, 2018) (Wan & Abu, 2011)

En la **Fotografía 15** se muestra en el lado izquierdo el resultado de la quema en horno de leña y en lado derecho el de la mufla.



**Fotografía 15.** Resultado de la quema en horno de leña y en mufla.  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3.1.1 CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ

La ceniza de cascarilla de arroz se sometió a un proceso de tamizado con el fin de obtener partículas finas que pasen por el tamiz #200, el cual tiene una abertura de 0.075 mm que separa las partículas finas de las gruesas, las partículas que inicialmente no pasan por el tamiz #200 se proceden a moler manualmente en un mortero, este proceso se repite las veces que sean necesarias hasta obtener la mayor cantidad de (CCA) como se muestra en **Fotografía 16**.



**Fotografía 16.** *Proceso de moler la (CCA) en mortero.*

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

#### 3.1.1.1 Propiedades de la ceniza de cascarilla de arroz obtenidas de diferentes fuentes

En la **Tabla 11** se encuentran los valores de densidad y peso específico de la (CCA) obtenidos de diferentes artículos, revistas científicas, etc.

**Tabla 11***Propiedades de la ceniza de cascarilla de arroz según diferentes fuentes*

<b>Peso Específico G/cm<sup>3</sup></b>	<b>Densidad g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Cita (Autor, año)</b>
2.06	2.1020	(El-Dakroury & Gasser, 2008)
2.69	2.7449	(Bastidas & Ortiz, 2016)
2.09	2.1327	(Castillo & Chagas, 2019)
2.05 – 2.53	2.0918 – 2.5816	(Fapohunda, Akinbile, & Shittu, 2017)
1.76	1.8 ceniza blanca	(Pode, 2016)
2.16	2.2 ceniza negra	
2.06	2.1020	(Ganesan et al., 2008)
2.31	2.3571	(Chaudhary & Singh, 2018)
2.11	2.1531	(Swami & Robert, 2017)
2.11	2.1531	(Habeeb & Mahmud, 2010)
2.29	2.3398	(Ghagas, Dias, & De Moraes, 2009)

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**3.1.1.2 Contenido de Dióxido de Sílice en la CCA**

Para conocer la composición química de la CCA, se envió una muestra al laboratorio del Departamento de Metalurgia Extractiva de la EPN. El ANEXO 1 muestra los resultados obtenidos del análisis químico de la ceniza de cascarilla de arroz, mediante el equipo de fluorescencia de rayos X S8 Tiger, con el programa Spectra Pluss.

La CCA producida en este estudio posee un 91% de (SiO<sub>2</sub>), este dato se basa en el resultado de contenido de (SiO<sub>2</sub>) del DEMEX, según fuente bibliográfica, se observa que, al tener alto contenido de dióxido de sílice, hace que tenga un buen desempeño al ser mezclado con el calcio del cemento para que forme una pasta duradera. (Allauca; Amen; Lung, 2012).

## **3.2 PROPIEDADES FÍSICO- MECÁNICAS DE LOS MATERIALES QUE CONSTITUYEN EL BLOQUE EN ESTUDIO.**

Los requisitos que deben cumplir los agregados con los que están compuestos los bloques están en la norma NTE INEN 872, pero no se describen las propiedades

el cemento debe cumplir con las especificaciones técnicas de la norma NTE INEN 490 y los requisitos que debe cumplir los bloques como elementos de mampostería están en la norma NTE INEN 3066.

### 3.2.1 ENSAYOS REALIZADOS AL CEMENTO EMPLEADO

- Ensayo de consistencia del cemento
- Ensayo de Tiempo de Fraguado
- Densidad aparente
  - Densidad suelta
  - Densidad compactada
- Ensayo de densidad real del cemento.



*Fotografía 17.* Saco de cemento utilizado  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

#### 3.2.1.1 Ensayo de consistencia del cemento

Se puede determinar las propiedades del cemento mediante ensayos a pastas, las mismas que están conformadas por agua, cemento y aire según la norma ASTM C 305. La consistencia normal se da cuando todas las partículas del cemento se encuentran hidratadas, se debe evitar la inclusión de impurezas ya que estas afectarán las propiedades del cemento. El método de ensayo se realiza en base a la norma ASTM C 187

- **Preparación de la muestra**

Según la norma ASTM C 187, establece el procedimiento para determinar la consistencia normal del cemento.

Una vez preparada la pasta se debe proceder a realizar el ensayo de penetración Vicat para determinar la consistencia normal.

Pesar 500g de cemento

Colocar la paleta mezcladora en la máquina, colocar agua un 30% en peso del cemento aproximadamente para obtener la consistencia deseada.

Verter el agua y el cemento en el recipiente de la máquina mezcladora, esperar 30 seg., para que se hidrate el cemento por completo.

Mezclar durante 30 seg., a velocidad lenta y luego durante 15 seg., se deber remover con una paleta toda la masa que se encuentra pegada en el recipiente

Mezclar durante 1 min., a velocidad media.

Tomar con las manos una porción de la muestra, formar una bola y llevarla de una mano a otra por 6 ocasiones a una distancia entre manos de 15 cm, la pasta no puede ser ni pegajosa ni muy seca para poder realizar la penetración y obtener resultados favorables.

Una vez obtenida una pasta adecuada se coloca en el molde que previamente esté aceitado, retirar el exceso de pasta con una espátula de laboratorio como se muestra en la **Fotografía 18**.

Colocar el molde en el acrílico y enrasar la parte angosta evitando comprimir la pasta.

Colocar el acrílico en el aparato Vicat conjunto con la sonda Tetmayer, encerar la sonda fijando el vástago en la posición superior del molde evitando el contacto.

Soltar el vástago y hacer la lectura de cuanto se profundizó en 30 seg., luego de haber finalizado la preparación de la pasta.

En caso de no haber tenido resultados de penetración entre los  $10 \pm 1$  mm, como se muestra en la **Fotografía 19**, se debe repetir el ensayo desde el principio variando la cantidad del agua.



**Fotografía 18.** Consistencia del cemento  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)



**Fotografía 19.** Penetración del vástago en la pasta de cemento  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

La consistencia normal se determina mediante la **Ecuación 1**:

**Ecuación 1.** Consistencia normal del cemento

$$C\% = \frac{M_a}{M_c} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

C%= Consistencia normal en porcentaje.

$M_a$ = peso del agua en gramos.

$M_c$ = peso del cemento en gramos.

### 3.2.1.2 Ensayo de Tiempo de Fraguado

El tiempo de fraguado sirve para describir la rigidez que presenta la pasta de cemento en consistencia normal, es decir el tiempo que gana resistencia por la

humedad, además se debe diferenciar entre el fraguado y el endurecimiento, el endurecimiento se presenta seguido del fraguado, el inicio y el fin del tiempo de fraguado se da a partir de la penetración de la aguja del aparato de Vicat luego del amasado puede ser desde 0.75 a 1.5 horas después del amasado, el método de ensayo se basa en la norma ASTM C191.

- **Preparación de la muestra**

Tomar el cono con la pasta en consistencia normal y proceder a realizar el ensayo de tiempo de fraguado.

Colocar el cono con la pasta en la cámara húmeda o el cuarto de curado durante una hora.

Tomar la medida de penetración de la Aguja de Vicat Modificado.

Se debe tomar la medida cada media hora durante la primera hora y luego cada 5 a 10 minutos hasta llegar al inicio del tiempo de fraguado. Se determina que el tiempo de fraguado llega a su inicio cuando en 30 segundos la penetración es  $25 \pm 1$  mm y su fin cuando la aguja no deja marca visible sobre la muestra.

Para determinar el tiempo de fraguado inicial se utilizó la **Ecuación 2**

**Ecuación 2.** Tiempo de fraguado Inicial

$$TF_i = \left( \frac{T_2 - T_1}{L_1 - L_2} * (L_1 - 25) \right) + T_1 \quad (2)$$

Donde:

$TF_i$  = Tiempo de fraguado inicial

$T_1$  = Tiempo en minutos de la primera penetración menor que 25 mm

$T_2$  = Tiempo en minutos de la última penetración mayor que 25 mm

$L_1$  = Lectura de la penetración al tiempo  $T_2$

$L_2$  = Lectura de la penetración al tiempo  $T_1$

### 3.2.1.3 Densidad aparente suelta y compactada

La densidad de un material depende del volumen que ocupa dentro de un recipiente, que previamente se conoce sus dimensiones.

Considerando el concepto de densidad se procede a realizar el ensayo en laboratorio para determinar la densidad suelta y compactada, el método de ensayo se realiza en base a la norma ASTM C 29.

#### 3.2.1.3.1 Densidad suelta

Se la realiza con un cilindro de base circular, se lo debe llenar evitando compactarlo y evitando las vibraciones excesivas ya que esto afecta directamente a su condición de densidad suelta.

- **Preparación de la muestra**

Determinar el peso del molde y sus dimensiones de diámetro y profundidad.

Llenar el cilindro con cemento con la ayuda de una espátula.

Enrasar el recipiente con la espátula.

Determinar el peso del recipiente.

Realizar todo el procedimiento por lo menos en dos ocasiones.

La densidad suelta se determina mediante la **Ecuación 3**:

**Ecuación 3.** Densidad suelta

$$\gamma_s = \frac{P2 - P1}{V_r} \quad (3)$$

Donde:

$\gamma_s$ = Densidad suelta

$V_r$ = Volumen del recipiente

P1=Peso del molde

P2=Peso de la muestra con el molde

#### 3.2.1.3.2 Densidad compactada

- **Preparación de la muestra**

Determinar el peso del molde y sus dimensiones de diámetro y profundidad.

Llenar el cilindro con cemento con la ayuda de una espátula hasta el 1/3 de la altura total.

Dejar caer desde una altura de 2cm el recipiente para que mediante la vibración se compacte el cemento

Repetir el procedimiento anterior para el segundo tercio y para cuando el recipiente este lleno totalmente, colmar en la última capa con un exceso para asegurar que el recipiente este lleno.

Enrasar el recipiente con la espátula.

Determinar el peso del recipiente.

Realizar todo el procedimiento por lo menos en dos ocasiones.

La densidad compactada se determina mediante la **Ecuación 4:**

**Ecuación 4.** Densidad compactada

$$\gamma_c = \frac{P_2 - P_1}{V_r} \quad (4)$$

Donde:

$\gamma_c$ = Densidad compactada

$V_r$ = Volumen del recipiente

$P_1$ =Peso del molde

$P_2$ =Peso de la muestra con el molde

#### 3.2.1.4 Ensayo de densidad real del cemento.

La densidad real del cemento se encuentra alrededor de 3.10 gr/cm<sup>3</sup> ya que es uno de los materiales más pesados empleados en la construcción, este valor puede variar debido a las condiciones ambientales de almacenamiento o la mezcla con impurezas, el método de ensayo se basa en la norma ASTM C 188.

- **Preparación de la muestra mediante el frasco de Le Chatelier.**

Colocar el reactivo (gasolina) hasta la primera regla de lectura como se muestra en la **Fotografía 20** (a) los valores deben estar entre 0 y 1 cm<sup>3</sup>.

Leer el volumen inicial (L1) y pesar el frasco con el reactivo (P1).

Introducir aproximadamente 64 gr. de cemento con ayuda de un embudo de cristal y una espátula, esto hará que el nivel suba hasta un nivel entre 18 y 24 cm<sup>3</sup> **Fotografía 20** (b).

Tapar el frasco y agitar suavemente para extraer el aire y dejar reposar.

Determinar el volumen del reactivo y el cemento en el frasco (L2) y pesarlo (P2).

La densidad real del cemento se determina mediante la **Ecuación 5**:

**Ecuación 5.** Densidad real del cemento

$$D_{\text{real}} = \frac{P2 - P1}{L2 - L1} \quad (5)$$

Donde:

$D_{\text{real}}$  = Densidad real en gr/cm<sup>3</sup>

P1 = Peso del molde

P2 = Peso de cemento más molde

L1 = Lectura del volumen inicial

L2 = Lectura del volumen final



(a)



(b)

**Fotografía 20.** Ensayo de densidad del cemento  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3.2.2 ENSAYOS REALIZADOS EN EL AGREGADO FINO

- Peso Específico y Absorción
- Densidad aparente
  - Densidad Suelta
  - Densidad compactada
- Granulometría
- Contenido de Humedad
- Contenido Orgánico

#### 3.2.2.1 Peso Específico y Absorción

Determinar esta característica es necesaria para la dosificación de hormigones, la cual permite conocer las cantidades en peso y volumen, la capacidad de absorción del agua de los materiales a ser utilizados según la norma ASTM C 128 (NTE INEN 856, 2014).

La densidad del material en condiciones de “Superficie Saturada Seca” conocida como DSSS considera la masa del agua que se encuentra en los poros internos del material y no la que se encuentra adherida en su superficie por la cual se precede a secar su superficie.

- **Preparación de la muestra:**

Lavar la muestra para eliminar el polvo y materia orgánica que se encuentra adherido en las superficies del material.

Dejar 24 horas sumergida en agua para su saturación, dar golpes no regularmente para la salida de aire.

Para obtener la condición de Superficie Saturada Seca “SSS” se procede a realizar el siguiente procedimiento.

- 1 . Tomar una cantidad mayor a 500 gramos y escurrirla del exceso del agua.
- 2 . Colocar en una bandeja e introducir al horno, para acelerar el proceso de secado, remover el material controlando en lapsos de tiempo no mayor a 2 minutos, para evitar que el material se seque por completo,

verificar que la base del recipiente no presente humedad excesiva y retirarlo del horno.

- 3 . Llenar de material el tronco cónico, para apisonar la muestra se deja caer el pistón 25 veces a una altura de 5 mm desde la superficie del material.
- 4 . Retirar el material en exceso del cono y limpiar a su alrededor.
- 5 . Levantar el tronco cónico, evitando provocar vibraciones. Así es como se obtiene la condición SSS ya que el material se desliza al realizar este procedimiento, ya que se ha eliminado la tensión superficial que existe entre las partículas del material.



*Fotografía 21.* Condición SSS en el agregado fino  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

- **Procedimiento a partir del material en condición SSS**

De la muestra ya en condiciones SSS pesar 500 gr.

Llenar el picnómetro con 250 ml del agua e introducir el agregado.

Agitar el picnómetro y con ayuda de una bomba de vacío extraer el aire contenido dentro del picnómetro.

Pesar el picnómetro con muestra y medir la temperatura del líquido.



**Fotografía 22.** Extracción de aire de la muestra  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

Verter el contenido del picnómetro en un recipiente e introducir al horno a temperatura constante de 110°C durante 24 horas.

Obtener el peso del recipiente más el material seco.

El peso específico se determina mediante la **Ecuación 6**:

**Ecuación 6.** Peso específico

$$P_{es} = \frac{P_{ms}}{P_{p+a} + P_{SSS} - P_{p+a+ar}} \quad (6)$$

Donde

$P_{es}$  = Peso específico

$P_{SSS}$  = Son los 500 gr en condición SSS del agregado fino.

$P_{ms}$  = Peso del material seco.

$P_{p+a}$  = Peso del picnómetro + agua.

$P_{p+a+ar}$  = Peso del picnómetro + agua + arena.

El peso específico aparente se determina mediante la **Ecuación 7**:

**Ecuación 7.** Peso específico aparente

$$P_{es.ap} = \frac{P_{ms}}{P_{p+a} + P_{ms} - P_{p+a+ar}} \quad (7)$$

Donde:

$P_{es.ap}$  = Peso específico aparente

$P_{ms}$  = Peso del material seco.

$P_{p+a}$  = Peso del picnómetro + agua.

$P_{p+a+ar}$  = Peso del picnómetro + agua + arena.

La densidad en condición SSS se determina mediante la **Ecuación 8**:

**Ecuación 8.** Densidad en condiciones SSS

$$D_{SSS} = \frac{P_{SSS}}{P_{p+a} + P_{SSS} - P_{p+a+ar}} \quad (8)$$

Donde:

$D_{SSS}$  = Densidad en condiciones SSS

$P_{SSS}$  = Peso del material en condiciones SSS

$P_{p+a}$  = Peso del picnómetro + agua.

$P_{p+a+ar}$  = Peso del picnómetro + agua + arena.

La absorción del agua se determina mediante la **Ecuación 9**:

**Ecuación 9.** Absorción del agua

$$Abs = \frac{P_{SSS} - P_{ms}}{P_{ms}} \times 100 \quad (9)$$

Donde:

Abs = Absorción del agua

$P_{SSS}$  = Peso del material en condiciones SSS

$P_{ms}$  = Peso del material seco.

### 3.2.2.2 Densidad aparente

Es necesario conocer la densidad suelta y compactada de un material ya que el volumen de un material varía de acuerdo a su peso debido a que esto determinará la cantidad volumétrica en la dosificación de hormigones, el método de ensayo se basa en la norma ASTM C 29.

Al determinar el tamaño máximo nominal de la muestra, se debe elegir el molde en el cual se realizará el ensayo a partir de la **Tabla 12**.

**Tabla 12***Tamaño del molde según el tamaño máximo nominal*

<b>Tamaño máximo nominal del árido</b> <b>(mm)</b>	<b>Capacidad nominal del molde</b> <b>(litros)</b>
12,50	2,80
25,00	9,30
37,50	14,00
75,00	28,00
100,00	70,00
125,00	100,00

Fuente: NTE INEN 858, 2010)  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3.2.2.2.1 Densidad Suelta

- **Preparación de la muestra:**

Determinar el volumen del recipiente mediante el cálculo con sus respectivas dimensiones diámetro y altura

Pesar el recipiente vacío.

Llenar el recipiente con material evitando vibraciones o impactos.

Enrasar el recipiente, retirando los excedentes del material.

Determinar el peso del recipiente más el material suelto.

La densidad aparente suelta de la muestra del agregado fino se determina mediante la **Ecuación 10**.

**Ecuación 10.** Densidad aparente suelta

$$\gamma_{ap.s} = \frac{P_{r+ms1} - P_r}{V} \quad (10)$$

Donde:

$\gamma_{ap.s}$  = Densidad aparente suelta

$P_{r+ms1}$  = Peso del recipiente + material suelto

$P_r$  = Peso del recipiente

V = Volúmen

### 3.2.2.2.2 Densidad compactada

- **Preparación de la muestra:**

Determinar el volumen del recipiente mediante el cálculo con sus respectivas dimensiones diámetro y altura.

Pesar el recipiente vacío.

Llenar el recipiente en tres capas iguales, cada una de las cuales se compacta con 25 golpes de la barra de compactación.

Enrasar el recipiente, retirando los excedentes del material.

Determinar el peso del recipiente más el material compactado.

La densidad aparente compactada de la muestra del agregado fino se determina mediante la **Ecuación 11**.

**Ecuación 11.** Densidad aparente compactada del agregado fino

$$\gamma_{ap.c} = \frac{P_{r+mc} - P_r}{V} \quad (11)$$

Donde:

$\gamma_{ap.c}$  = Densidad aparente suelta

$P_{r+mc}$  = Peso del recipiente + material compactado

$P_r$  = Peso del recipiente

$V$  = Volúmen



**Fotografía 23.** Densidad suelta y compactada del agregado fino  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3.2.2.3 Granulometría

La norma ASTM C 330 indica la cantidad mínima necesaria de masa para el ensayo de granulometría, ya que el material utilizado es liviano, y hace referencia a norma la ASTM C 136, para el método de prueba que se debe utilizar para determinar la granulometría.

#### Preparación de la muestra:

Tomar una porción representativa de la muestra, para que los resultados reflejen valores confiables respecto a la muestra,

Poner a secar en el horno a una temperatura de  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas.

Tomar un peso de 500g de la muestra seca para realizar el ensayo, considerando que es superior al peso mínimo que recomendada la norma ASTM C 330 según se muestra en la **Tabla 13**.

**Tabla 13**

*Masa mínima de muestra a ensayar*

Densidad aparente suelta del agregado ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	Masa de la muestra (gr)
80-240	50
240-400	100
400-560	150
560-720	200
720-880	250
880-1040	300
1040-1120	350

Fuente: ASTM C 330

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

Ordenar la serie de tamices de acuerdo con la serie de módulo de finura de Tyler, y recomendada por Duff Abrams, en este caso la serie es para agregados finos, los tamices No. 4, 8, 16, 30, 50, 100 y la bandeja, en la **Fotografía 24** se muestra la serie utilizada en el laboratorio.

Vaciar la muestra en la serie de tamices ya ordenados previamente y colocar en la tamizadora.

Verificar si las partículas que han sido retenidas en cada tamiz no sean de menor dimensión a la abertura del tamiz que lo sostiene, esto se verifica al realizar el tamizado manual continuo para la eliminación de las mismas dentro de la abertura del tamiz.

La **Tabla 14** presenta la serie de módulo de finura de Tyler y recomendada por Duff Abrams según la norma (INEN-696, 2011)

**Tabla 14**

*Serie de módulo de finura de Tyler y recomendada por Duff Abrams*

Tamiz	Tipo de Agregado	Abertura (mm)
3"	Grueso	76
1 ½"		38
¾"		19
3/8"		9,5
No. 4	Fino	4,76
No. 8		2,38
No. 16		1,19
No. 30		0,59
No. 50		0,297
No. 100		0,149

Fuente: (NTE INEN 696, 2011)

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)



**Fotografía 24.** Tamizadora para agregado fino  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

Desmontar la serie de tamices, luego proceder a retirar y pesar el contenido de muestra retenido de cada tamiz.

El módulo de finura se determina mediante la **Ecuación 12**.

**Ecuación 12.** Módulo de finura

$$M_F = \frac{\sum \% RAMF}{100} \quad (12)$$

Donde:

$M_F$  = Módulo de finura.

$\sum \%RAMF$  = Sumatoria de porcentaje retenido acumulado en tamices de la serie de módulo de finura.

#### 3.2.2.4 Contenido de Humedad

Este ensayo es necesario para conocer el contenido del agua que posee el material, ya que esto afectará directamente la cantidad del agua a utilizarse en la dosificación de hormigones, la relación agua- cemento “a/c” será alterada por esta condición, al incrementar la cantidad de agua hasta que el material se encuentre saturado, esto afectará la trabajabilidad y disminuirá la resistencia especificada

debido a la afectación en el tiempo de fraguado, el método de ensayo se basa en la norma ASTM C 566.

- **Preparación de la muestra:**

Este ensayo no requiere una preparación previa, ya que para el ensayo se necesita tomar una porción representativa de la muestra se debe:

Colocar en un recipiente un peso aproximado de 250g de muestra

Se debe conocer el peso del recipiente, colocar el recipiente con la muestra en un horno a una temperatura de  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$

Dejar secar la muestra durante 24 horas.

Tomar el peso del recipiente con la muestra seca.

El contenido de humedad de la muestra del agregado fino se determina mediante la **Ecuación 13**.

En la **Fotografía 25** se observa la muestra tomada para el ensayo de contenido de humedad del agregado fino.



**Fotografía 25.** Agregado fino en condiciones normales y la muestra secada en horno  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**Ecuación 13.** Contenido de humedad

$$\%W = \frac{P_a}{P_{ms}} \times 100 \quad (13)$$

$$P_a = P_m - P_{ms}$$

Donde:

$\%W$ = Contenido de humedad en %.

$P_a$ = Peso del agua

$P_m$ = Peso del material en estado natural

$P_{ms}$ = Peso del material seco

### 3.2.2.5 Contenido orgánico

Se realiza este ensayo en los agregados finos, ya que existen impurezas relacionadas a su procedencia, las mismas que pueden ser orgánicas y éstas afectaran en el proceso de hidratación del cemento, de esta manera se verá afectada directamente en la resistencia del mortero o del hormigón, el método de ensayo se realizó en base a la norma ASTM C 40.

El ensayo de colorimetría nos ayuda a determinar el contenido de materia orgánica existente en la muestra del material, ya que al emplear la solución de hidróxido de sodio se produce una coloración, la cual permite conocer el grado de contenido orgánico.

- **Preparación de la muestra:**

Tomar 120 g de la muestra, esta debe ser representativa a la muestra total y colocar en el recipiente

Llenar hasta la línea de aforo con el hidróxido de sodio como se muestra en la **Fotografía 26**.

Durante 1 min agitar para expulsar el aire contenido en la muestra.

Verificar que el hidróxido de sodio se encuentre hasta la línea de aforo, en caso de no estarlo, se debe introducir hasta cumplir la condición anterior.

Dejar reposar la muestra sumergida en la solución durante 24 horas.

Al pasar el tiempo, se debe realizar la lectura por simple inspección y comparar con la escala de Gardner, según la **Tabla 15**.



**Fotografía 26.** Ensayo de contenido orgánico con placa de Gardner.  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**Tabla 15**  
*Escala de Gardner*

Color normalizado escala Gardner	Orden en la placa del comparador	Observación
5	1	Uso permitido
8	2	
11	3	Normalizado de referencia
14	4	Uso no permitido
16	5	

Fuente:(NTE INEN 855, 2010)  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3.2.3 ENSAYOS REALIZADOS EN EL AGREGADO GRUESO

El estudio de la caracterización del agregado grueso es necesario, ya que se desea aprovechar de la mejor manera su empleo en el hormigón, en la **Fotografía 27** se muestra el material utilizado en los diferentes ensayos.

- Peso Específico y Absorción
- Densidad aparente
  - Densidad Suelta
  - Densidad compactada
- Granulometría
- Contenido de Humedad
- Abrasión



**Fotografía 27.** Disposición del agregado grueso.  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3.2.3.1 Peso Específico y Absorción

Al determinar esta característica del agregado permite conocer las cantidades en peso y volumen, la capacidad de absorción del agua de los materiales de los materiales a ser utilizados, el método de ensayo se en base a la norma ASTM C 127.

La densidad del material en condiciones de “Superficie Saturada Seca” conocida como DSSS considera la masa del agua que se encuentra en los poros internos del material.

- **Preparación de la muestra:**

Debido a la granulometría del agregado grueso se procede a realizar el ensayo de la siguiente manera, utilizando el tamaño máximo nominal se determina la masa de la muestra, según la **Tabla 16** obtenida de la norma NTE INEN 857.

Tamizar la muestra y utilizar lo que es retenido por el tamiz 8 en caso de que la muestra contenga muchos finos.

Lavar la muestra representativa para eliminar las partículas finas.

Dejar reposar en agua durante 72 horas para que el agregado se encuentre saturado ya que contiene piedra pómez.

Una vez saturado el material se procede a secar con un paño limpiando el agua de la superficie del agregado **Fotografía 28**.

Una vez determinado el tamaño nominal de la muestra se considera la masa mínima de la muestra a utilizar en el ensayo como lo determina la **Tabla 16**.

Tomar el peso de la canastilla vacía sumergida en el agua

Colocar la muestra en condiciones SSS y colocarla en la canastilla y definir el peso como lo muestra en la **Fotografía 29**.

Extraer la muestra de la canastilla y colocarla en un recipiente ya conocido su peso como se muestra en la **Fotografía 30**.

Poner a secar la muestra durante 24 horas en un horno a una temperatura entre  $105 \pm 5$  °C.

Pesar en estado seco el recipiente con la muestra.

**Tabla 16**

*Tamaño de la muestra según el tamaño máximo nominal del agregado.*

<b>Tamaño máximo nominal</b>	<b>Masa mínima de la muestra para el ensayo</b>
<b>mm</b>	<b>Kg</b>
12,5 o menor	2
19,0	3
25,0	4
37,5	5
50	8
63	12
75	18
90	25
100	40
125	75

Fuente: (NTE INEN 857, 2010)

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)



**Fotografía 28.** Condiciones SSS en el agregado grueso  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)



**Fotografía 29.** Muestra de agregado grueso sumergido en agua en condiciones SSS  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)



**Fotografía 30.** Agregado grueso listo para ser secado  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3.2.3.2 Densidad aparente

Es necesario conocer la densidad suelta y compactada de un material ya que el volumen de un material varía de acuerdo a su peso debido a que esto determinará la cantidad volumétrica en la dosificación de hormigones.

Al determinar el tamaño máximo nominal de la muestra, se debe elegir el molde en el cual se realizará el ensayo a partir de la **Tabla 12**, el método de ensayo se basa en la norma ASTM C 29.

#### 3.2.3.2.1 Densidad Suelta

- **Preparación de la muestra:**

Determinar el volumen del recipiente mediante el cálculo con sus respectivas dimensiones diámetro y altura.

Pesar el recipiente vacío.

Llenar el recipiente con material evitando vibraciones o impactos.

Enrasar el recipiente, retirando los excedentes del material.

Determinar el peso del recipiente más el material suelto.

La densidad aparente suelta del agregado grueso se determina mediante la **Ecuación 14**.

**Ecuación 14.** Densidad aparente suelta del agregado grueso

$$\gamma_{ap.s} = \frac{P_{R+ms1} - P_R}{V} \quad (14)$$

Donde:

$\gamma_{ap.s}$  = Densidad aparente suelta

$P_{R+ms1}$  = Peso del recipiente + material suelto

$P_R$  = Peso del recipiente

$V$  = Volúmen

#### 3.2.3.2.2 Densidad compactada

- **Preparación de la muestra:**

Determinar el volumen del recipiente mediante el cálculo con sus respectivas dimensiones diámetro y altura.

Pesar el recipiente vacío como lo muestra la **Fotografía 31** (a).

Llenar el recipiente en tres capas iguales, cada una de las cuales se compacta con 25 golpes de la barra de compactación.

Enrasar el recipiente, retirando los excedentes del material.

Determinar el peso del recipiente más el material compactado como se muestra en la **Fotografía 31** (b).

La densidad aparente compactada del agregado grueso se determina mediante la **Ecuación 15**.

**Ecuación 15.** Densidad aparente compactada del agregado grueso

$$\gamma_{ap.c} = \frac{P_{r+mc} - P_r}{V} \quad (15)$$

Donde:

$\gamma_{ap.c}$  = Densidad aparente compactada

$P_{r+mc}$  = Peso del recipiente + material compactado

$P_r$  = Peso del recipiente

$V$  = Volúmen



(a)

(b)

**Fotografía 31.** Muestra del agregado grueso  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3.2.3.3 Granulometría

Se denomina agregado grueso a las partículas retenidas por el tamiz #4, ya que éste es el que diferencia a los materiales de finos y gruesos, según la norma ASTM C136.

La norma ASTM C 330 indica la cantidad mínima necesaria de masa para el ensayo de granulometría, ya que el material utilizado es liviano, y hace referencia a norma la ASTM C 136, para el método de prueba que se debe utilizar para determinar la granulometría

- **Preparación de la muestra:**

Ordenar la serie de tamices como se muestra en la **Fotografía 32** de acuerdo a la serie de módulo de finura de Tyler, y recomendada por Duff Abrams, en este caso la serie es para agregados finos, es decir 3", 1 ½", ¾", 3/8" y los tamices No. 4, 8, y bandeja. Debido a la composición del tamaño de las partículas y el tamaño máximo nominal de la muestra, se utiliza la **Tabla 14** conjuntamente con **Tabla 17**.

Vaciar la muestra en la serie de tamices ya ordenados previamente y colocar en la tamizadora.

Verificar si las partículas que han sido retenidas en cada tamiz no sean de menor dimensión a la abertura del tamiz que lo sostiene, esto se verifica al realizar el tamizado manual continuo para la eliminación de las mismas dentro de la abertura del tamiz.



**Fotografía 32.** Granulometría de agregado grueso  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**Tabla 17**

*Tamaño de la muestra para realizar el ensayo de granulometría*

<b>Tamaño o nominal máximo, Aberturas cuadradas</b>	<b>Tamaño de la muestra del ensayo mínimo</b>
<b>(mm)</b>	<b>(Kg)</b>
9,5	1
12,5	2
19,0	5
25,0	10
37,5	15
50	20
63	35
75	60
90	100
100	150
125	300

Fuente: (NTE INEN 696, 2011)  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3.2.3.4 Contenido de Humedad

Este ensayo es necesario para conocer el contenido del agua que posee el material, ya que esto afectará directamente la cantidad del agua a utilizarse en la dosificación de hormigones, la relación agua- cemento “a/c” será alterada por esta

condición, ya que el agua será extra hasta que el material se encuentre saturado, esto afectará la trabajabilidad y disminuirá la resistencia especificada debido a la afectación en el tiempo de fraguado, el método de ensayo se basa en la norma ASTM C 566.

- **Preparación de la muestra:**

No se requiere una preparación previa, ya que para el ensayo se necesita tomar una porción representativa de la muestra, se la debe:

Colocar en un recipiente un peso aproximado de 500g, se debe conocer el peso del recipiente como se muestra en la **Fotografía 33 (a)**.

Colocar el recipiente con la muestra en un horno a una temperatura de  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , dejar secar la muestra durante 24 horas.

Tomar el peso del recipiente con la muestra seca como se muestra en la **Fotografía 33 (b)**.



(a)

(b)

**Fotografía 33.** Muestra de agregado grueso húmedo y seco  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3.2.3.5 Abrasión

El ensayo de abrasión se realiza en agregados gruesos, provenientes de la naturaleza, se lo realiza en la máquina de Los Ángeles con el número de esferas de acuerdo a su granulometría y dando cumplimiento a la norma INEN 861, el método de ensayo se basa en la norma ASTM C 131.

- **Preparación de la muestra:**

La muestra debe estar seca y limpia, previamente se la debe lavar con abundante agua y eliminar rastros de polvo, una vez realizado esto se coloca la muestra lavada en el horno a  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas como se muestra en la **Fotografía 34**.

Con la muestra seca y limpia se procede a tamizar para verificar que tipo de gradación es la adecuada según el tamaño y disposición de la cantidad de material con la que se cuente.



**Fotografía 34.** Muestra para el ensayo de abrasión de agregado grueso  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**Tabla 18**

*Tamaño de la muestra según el tamaño máximo nominal del agregado*

Tamices INEN		Masa de los tamaños indicados (gr)			
		Gradaciones			
Pasa	Retenido en	A	B	C	D
37,5	26,5	1250 $\pm$ 25			
26,5	19,0	1250 $\pm$ 25			
19,0	13,2	1250 $\pm$ 10	2500 $\pm$ 10		
13,2	9,5	1250 $\pm$ 10	2500 $\pm$ 10		
9,5	6,7			2500 $\pm$ 10	
6,7	4,75			2500 $\pm$ 10	
4,75	2,36				5000 $\pm$ 10
TOTAL		5000 $\pm$ 10	5000 $\pm$ 10	5000 $\pm$ 10	5000 $\pm$ 10
Número de Esferas		12	11	8	6

Fuente: (NTE INEN 861, 2011)  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

Una vez determinado el tipo de Gradación por la cual se realizará el ensayo, se procede a colocar la muestra en la máquina de Los Ángeles en conjunto con el número de esferas según la gradación escogida de acuerdo a la granulometría del agregado grueso como se muestra en la **Fotografía 35**.



**Fotografía 35.** Máquina de los Ángeles para ensayo de abrasión de agregado grueso  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

Se procede a programar la máquina para que realice 100 revoluciones.

Tamizar la muestra que es retenida en el tamiz #12 después de las 100 revoluciones y registrar el peso del material retenido en el tamiz.

El porcentaje de desgaste se lo obtiene mediante la **Ecuación 16**

**Ecuación 16.** Porcentaje de desgaste después de 100 Rev.

$$\%V_{100} = \frac{P_i - P_{(100 \text{ rev})\#12}}{P_i} \times 100 \quad (16)$$

Donde:

$\%V_{100}$  = Desgaste después de 100 revoluciones.

$P_i$  = Peso inicial de la muestra.

$P_{(100 \text{ rev})\#12}$  = Peso retenido en el tamiz #12 después de las 100 revoluciones.

Nuevamente colocar el total de la muestra y reprogramar a la máquina para que realice 400 revoluciones y se la enciende.

Tamizar la muestra que retiene el tamiz #12 después de las 500 revoluciones en total y registrar el peso de la muestra retenida en el tamiz, como se muestra en la **Fotografía 36**.



**Fotografía 36.** Muestra del ensayo de abrasión  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Fotografía 37** se puede observar el desgaste del agregado grueso después de las 500 revoluciones en la máquina de los Ángeles.

El desgaste en porcentaje de la muestra (%V) se calcula según la **Ecuación 17**.

**Ecuación 17.** Porcentaje de desgaste después de 500 Rev.

$$\%V_{500} = \frac{P_i - P_{(500 \text{ rev})\#12}}{P_i} \times 100 \quad (17)$$

Donde:

$\%V_{500}$  = Desgaste después de 500 revoluciones.

$P_i$  = Peso inicial de la muestra.

$P_{(500 \text{ rev})\#12}$  = Peso retenido en el tamiz #12 después de las 500 revoluciones.

- **Coefficiente de Uniformidad**

Se utiliza las pérdidas por desgaste a las 100 revoluciones frente al obtenido después de las 500 revoluciones y se la determina según la **Ecuación 18**.



**Fotografía 37.** Material resultante del desgaste del agregado grueso.

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**Ecuación 18.** Coeficiente de uniformidad

$$CU = \frac{P_i - P_{(100 \text{ rev})\#12}}{P_i - P_{(500 \text{ rev})\#12}} \quad (18)$$

Donde:

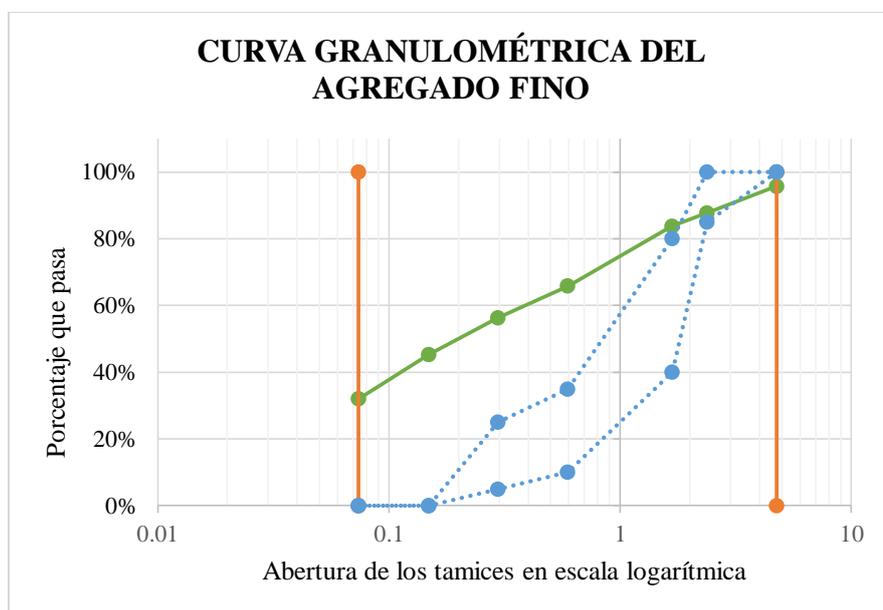
$P_i$  = Peso inicial de la muestra.

$P_{(100 \text{ rev})\#12}$  = Peso retenido en el tamiz #12 después de las 100 revoluciones

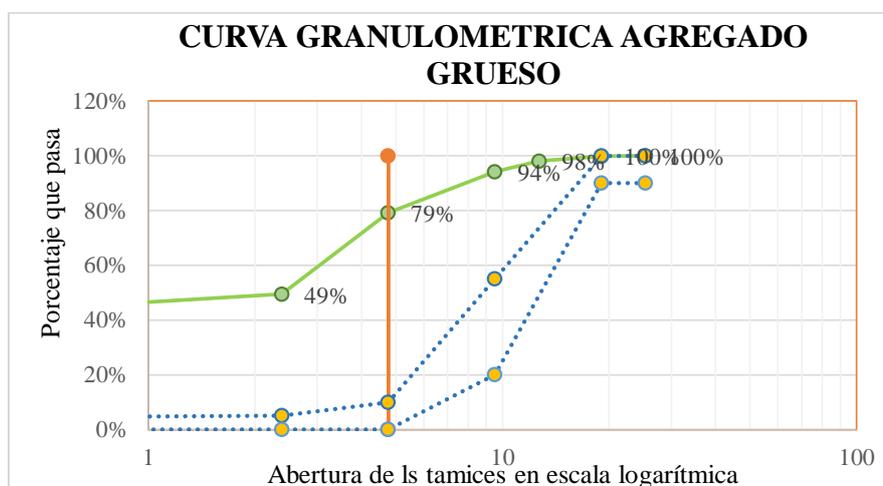
$P_{(500 \text{ rev})\#12}$  = Peso retenido en el tamiz #12 después de las 500 revoluciones.

### 3.2.4 RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

Los resultados obtenidos en el ensayo de granulometría se presentan en el ANEXO 6 y ANEXO 7 respectivamente, además, la **Gráfica 2** muestra la curva granulométrica del agregado fino utilizado en la bloquera que se encuentra ubicada en Guangopolo. La **Gráfica 3** muestra la curva granulométrica del agregado grueso utilizado en la fabricación de los bloques huecos de hormigón.



**Gráfica 2.** Curva granulométrica del agregado fino  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)



**Gráfica 3.** Curva granulométrica del agregado grueso  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3.2.5 RESUMEN DE PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS DETERMINADAS EN LOS ENSAYOS.

De acuerdo a los ensayos realizados para la caracterización de los agregados (fino y grueso), se presenta en la **Tabla 19**, sus respaldos se encuentran en los ANEXO 5 hasta el ANEXO 14.

**Tabla 19**

*Resumen de propiedades físico-mecánicas del agregado fino y grueso.*

Características	Unidades	Agregado fino	Agregado grueso
Densidad aparente suelta	Kg/cm <sup>3</sup>	0.68	0.84
Densidad aparente compactada	Kg/cm <sup>3</sup>	0.79	0.94
Peso específico	Kg/cm <sup>3</sup>	1.70	1.28
Peso específico aparente	Kg/cm <sup>3</sup>	2.31	2.05
Densidad SSS	Kg/cm <sup>3</sup>	1.96	1.65
Absorción	%	15.63%	29.40%
Contenido de humedad	%	6.59%	21.54%
Contenido orgánico	escala de Gardner	0	NO APLICA
ABRASIÓN (500 rev.)	%	NO APLICA	32.95%

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3.3 ENSAYOS PARA EVALUAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BLOQUE ARTESANAL CON LA NORMATIVA INEN 3066

Ensayos para determinar:

- Absorción
- Densidad
- Ensayo a compresión

Parámetros útiles para el cálculo de propiedades.

- Dimensiones
- Área neta

- Contenido de humedad

### 3.3.1 ABSORCIÓN

En ensayo de absorción en bloques huecos de hormigón se lo realiza en base a la norma NTE INEN 3066.

#### Preparación de la muestra para:

- **Saturación:**

Sumergir en agua las unidades enteras a una temperatura entre 16 y 27 °C alrededor de 4 días. Como se muestra de la **Fotografía 38**.

Sacar las unidades del agua y dejarlas que escurran durante 1 minuto y retirar el agua visible de la superficie con un paño húmedo.

Determinar su masa y registrar este valor.

Repetir este procedimiento cada 24 horas hasta que la diferencia de la masa entre dos pesadas consecutivas sea inferior al 0,2 %.

Registrar este resultado como Ms (masa de la muestra saturada).



**Fotografía 38.** Bloques huecos de hormigón sumergidos en agua  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

- **Masa sumergida:**

Colocar el bloque hueco de hormigón dentro de un tanque del agua, con ayuda de un alambre suspenderlo sin tocar el fondo del recipiente y que se

encuentre totalmente sumergido dentro del agua. Como se muestra en la **Fotografía 39**.

Tomar registro de su peso como  $M_i$ .



**Fotografía 39.** Ensayo de Absorción determinación del peso sumergido  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

- **Secado:**

Una vez determinada la masa saturada de las unidades para ensayo

Secarlas en un horno ventilado, entre 100 °C y 115 °C.

Pesar las unidades cada 24 horas hasta que la diferencia de la masa entre las dos pesadas consecutivas sea inferior al 0,2 %.

Registrar este resultado como  $M_d$  (masas de la muestra seca al horno).

Se puede determinar la absorción de dos maneras en  $\text{kg}/\text{cm}^3$  o en porcentaje como se muestra en las siguientes ecuaciones: **Ecuación 19** y **Ecuación 20**.

**Ecuación 19.** Absorción en  $\text{kg}/\text{cm}^3$

$$Abs\left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right) = \left(\frac{M_s - M_d}{M_s - M_i}\right) \times 1000 \quad (19)$$

**Ecuación 20.** Absorción en %

$$Abs(\%) = \left(\frac{M_s - M_d}{M_d}\right) \times 100 \quad (20)$$

Donde:

$M_s$ = Es la masa saturada (kg).

$M_i$ = Es la masa sumergida (Kg).

$M_d$ = Es la masa seca al horno (Kg).

### 3.3.2 DENSIDAD

Se determina la densidad según la **Ecuación 21**.

**Ecuación 21.** Densidad

$$D \left( \frac{Kg}{m^3} \right) = \frac{M_d}{M_s - M_i} \times 1000 \quad (21)$$

Donde:

$D$ = Densidad seca al horno del bloque hueco de hormigón.

$M_i$ = Es la masa sumergida (Kg).

$M_s$ = Es la masa saturada (Kg).

$M_d$ = Es la masa seca al Horno (Kg).

### 3.3.3 ENSAYO A COMPRESIÓN

- Muestras: Deben ser unidades enteras, excepto por las siguientes condiciones:
  - a) Unidades que tengan extensiones más largas que el espesor.

La cara de extensión sobre el tabique debe ser eliminada mediante aserrado, como se muestra en la **Fotografía 40** para proporcionar una superficie totalmente homogénea, de soporte total sobre la sección transversal neta de la unidad. Cuando la altura resultante de la unidad se reduce en más de un tercio de la altura original de la unidad, se ensaya solamente una fracción de esta de acuerdo con b).



**Fotografía 40.** Refrentado de una de las caras del bloque hueco  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

b) Unidades demasiado grandes para las placas de carga.

En caso de que las unidades sean demasiado grandes a las placas de carga de la máquina de ensayo, se debe cortar las unidades enteras a un tamaño apropiado que se ajuste a la capacidad del equipo de ensayo, de tal manera que las unidades cortadas no deben tener extensiones de cara ni tabiques irregulares y deben estar conformadas de una o varias celdas. Se debe considerar que la resistencia a compresión de la unidad cortada es igual a la unidad entera.

- **Posición de las unidades**

Ensayar las unidades con el centro de sus superficies de carga, alineadas verticalmente con el centro de aplicación de carga del elemento de acero con soporte esférico de la máquina de ensayo. Todas las unidades deben ser ensayadas con sus celdas en posición vertical.

Las unidades de mampostería que son 100% sólidas y las unidades huecas especiales para uso con sus celdas en dirección horizontal, deben ser ensayadas en la misma posición que van a tener durante el servicio, como se muestra en la **Fotografía 41**.

Antes de ensayar cada unidad, asegurarse de que el bloque superior de carga se mueva libremente dentro de su asiento esférico para lograr un asiento uniforme durante el ensayo.



**Fotografía 41.** Posición del bloque hueco de hormigón para el ensayo a compresión simple  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### Condición de humedad

En el momento del ensayo las unidades deben estar libres de humedad visible.

### Velocidad de ensayo

Al no existir una norma en la que especifique la velocidad a la que se debe ensayar los bloques huecos de hormigón, se procede a ensayar un bloque y determinar el esfuerzo que soporta en un tiempo determinado, con esta información se puede determinar una velocidad aproximada de ensayo.

Para el ensayo se recomienda aplicar la carga a una velocidad constante hasta que sea la mitad de la carga máxima esperada, seguidamente, el cabezal móvil debe tener una velocidad constante de desplazamiento, de tal manera que la carga restante se aplique en un período de tiempo entre 1 min y 2 min.

Con la **Ecuación 22** se determina la resistencia a compresión simple del bloque hueco de hormigón.

### Cálculos

**Ecuación 22.** Resistencia a compresión de área bruta en MPa

$$R(\text{MPa}) = \frac{P_{max}}{A_g} \quad (22)$$

Donde:

$R(MPa)$ = Resistencia en mega pascales (MPa).

$P_{max}$ : carga máxima a compresión en N.

$A_g$ : Área bruta del bloque en  $mm^2$



**Fotografía 42.** Rotura en ensayo de compresión simple  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3.3.4 DIMENSIONES

- **Preparación de la muestra**

Los bloques que conforman la muestra deben estar libres de rebabas y todo tipo de material adherido a las superficies de los bloques con la ayuda de cepillos de acero o piedras abrasivas.

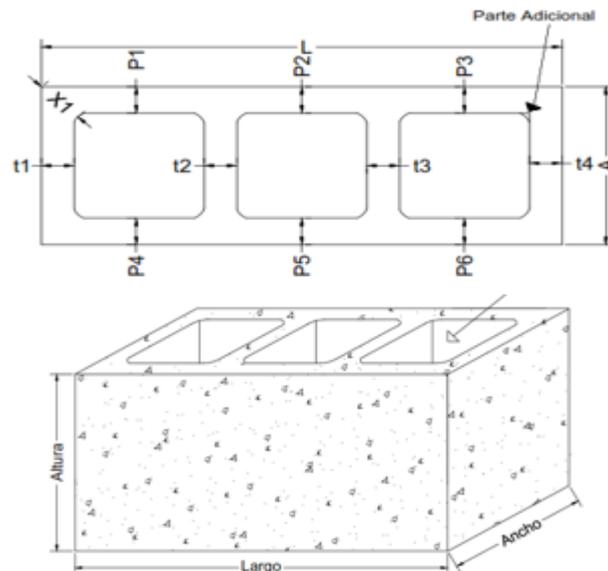
En cada unidad medir y registrar con la aproximación requerida para el informe:

Ancho (A)

Altura (H)

Largo (L)

En cada unidad, medir el espesor de pared ( $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$ ,  $p_4$ ) y el espesor del tabique ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ ) en el punto más delgado de cada elemento, 12 mm por debajo de la superficie superior de la unidad tal como se la fábrica y registrar los datos con la mayor aproximación posible. En las mediciones ignorar surcos, protuberancias y detalles similares. Tomar en consideración las siguientes sugerencias. En la **Imagen 10** se muestra las dimensiones del bloque.



**Imagen 10.** Dimensiones de los espesores del bloque  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### Área normalizada de tabiques

Se determina según la **Ecuación 23** el área normalizada de tabiques y se muestra en la **Imagen 11** la forma de tomar las medidas.

**Ecuación 23.** Área normalizada de tabiques

$$A_{tn} = \frac{A_{tt}}{I_n \times h_n} \times 10^6 \quad (23)$$

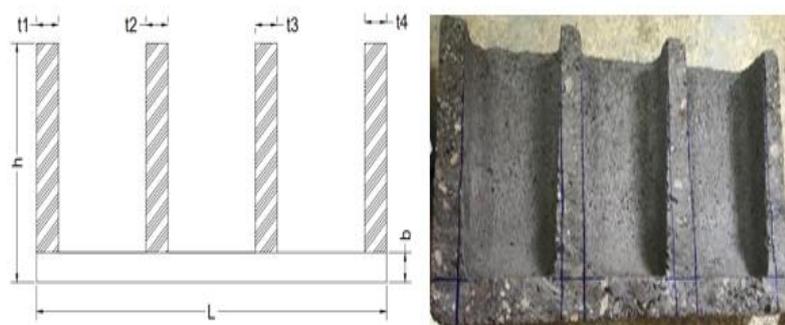
Donde:

$A_{tn}$  = Área de tabiques normalizada en  $\text{mm}^2/\text{m}^2$ .

$A_{tt}$  = Área total mínima de tabiques en  $\text{mm}$ .

$I_n$  = Longitud nominal en  $\text{mm}$ .

$h_n$  = Altura nominal en  $\text{mm}$ .



**Imagen 11.** Área normalizada del bloque  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Fotografía 43** se muestra la sección de un bloque hueco de hormigón.



**Fotografía 43.** Secciones de un bloque  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Tabla 20** se definen las dimensiones de las diferentes secciones de los bloques ensayados de cinco distintas dosificaciones, A=0% (CCA), B=5% (CCA), C=10% (CCA), D=15% (CCA) y E=20% (CCA), estos fueron llamados así para una mejor identificación.

**Tabla 20**

*Características de los mampuestos ensayados*

<b>Dimensiones promedio (mm)</b>	<b>A=0% (CCA)</b>	<b>B=5% (CCA)</b>	<b>C=10% (CCA)</b>	<b>D=15% (CCA)</b>	<b>E=20% (CCA)</b>
Largo	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Ancho	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Alto	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3.3.5 ÁREA NETA

En la **Fotografía 44** se muestra las dimensiones del área de un bloque hueco de hormigón.



**Fotografía 44.** Dimensiones del área del bloque  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

Se determina según la **Ecuación 24** el volumen neto y con la **Ecuación 25** el área neta de un bloque de hormigón.

**Ecuación 24.** Volumen neto

$$Vn (mm^3) = \frac{M_d}{D} = (M_s - M_i) \times 10^6 \quad (24)$$

**Ecuación 25.** Área neta

$$An(mm^2) = \frac{Vn}{h} \quad (25)$$

Donde:

Vn= Volumen neto (mm<sup>3</sup>)

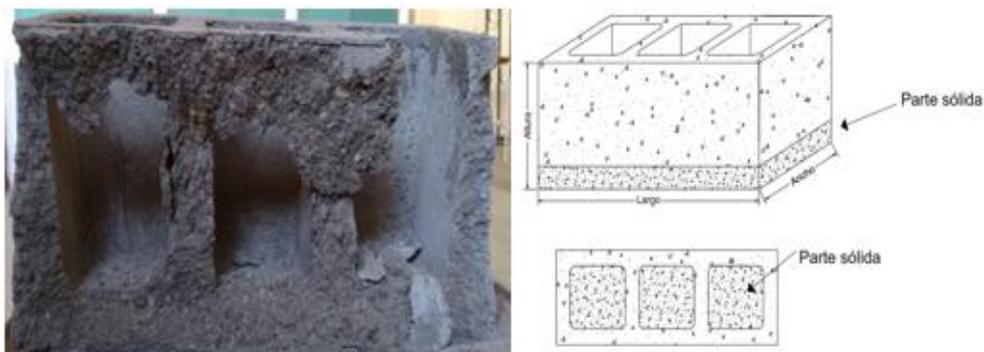
An= Área neta promedio (mm<sup>2</sup>)

h= Altura promedio del bloque (mm)

Mi= Es la masa sumergida (Kg).

Ms= Es la masa saturada (Kg).

Md= Es la masa seca al Horno (Kg).



**Fotografía 45.** Base sólida del bloque  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

### 3.3.6 CONTENIDO DE HUMEDAD

El ensayo de contenido de humedad en bloques huecos de hormigón se basa en la norma NTE INEN 3066.

Se determina según la **Ecuación 26** se determina el porcentaje de humedad.

**Ecuación 26.** Contenido de humedad

$$w(\%) = \frac{M_r - M_d}{M_s - M_d} \times 100 \quad (26)$$

Donde:

$M_r$ = Es la masa como se recibe (Kg).

$M_d$ = Es la masa seca al horno (Kg).

$M_s$ = Es la masa saturada (Kg).

## 4 RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 4.1 TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO

La norma NTE INEN 490, menciona los requisitos que deben presentar los cementos hidráulicos, con relación al tiempo de fraguado, la ficha técnica del cemento ARMADURO tipo IP da un valor de 184 min, y el resultado del ensayo de laboratorio dio 184 min, estos valores están dentro del rango permisible según la norma, ya que son mayores a 45 min y menores que 420 min (NTE INEN 490, 2011).

De acuerdo a la información descrita en la ficha técnica detallada en el ANEXO 2, y en base a los resultados obtenidos del ensayo de tiempo de fraguado realizado en laboratorio ANEXO 3, se observa que no existe mayor diferencia entre los tiempos de fraguado.

#### 4.1.1 RELACIÓN ENTRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y EL CONTENIDO DE CCA.

La **Tabla 21** presenta un resumen de los tiempos de fraguado del cemento, y de los reemplazos con 5%, 10%, 15%, 20% de CCA en peso del cemento, además se encuentran un resumen de la relación agua-cemento “a/c” para determinar la consistencia normal, el informe del ensayo de consistencia se encuentra en el ANEXO 4.

**Tabla 21**

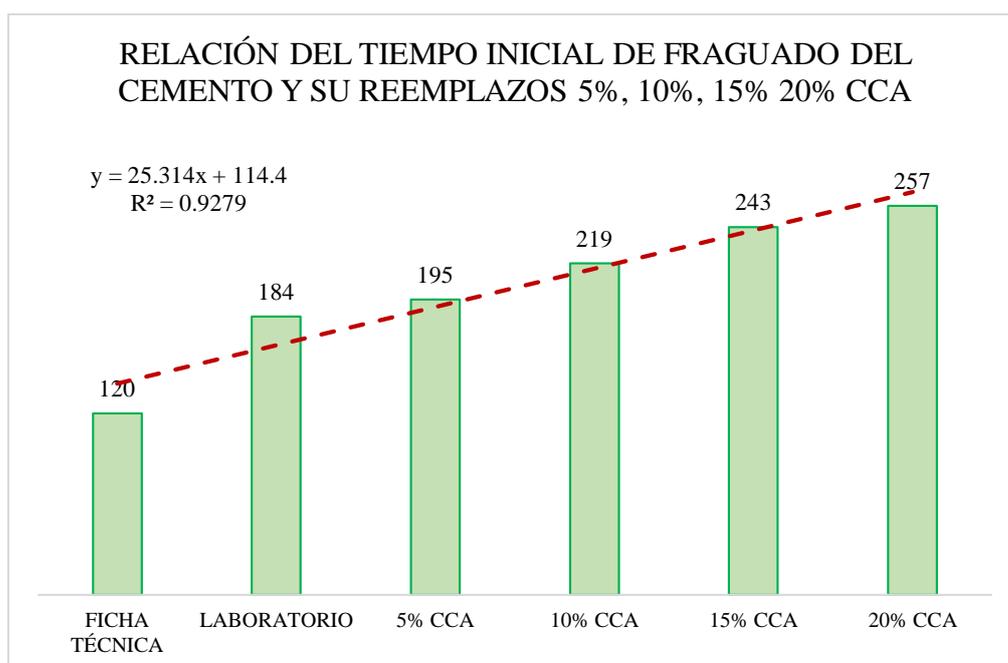
*Tiempo de fraguado del cemento tipo ARMADURO IP*

Fuente	Fraguado Inicial	Fraguado final	Consistencia Relación a/c
LABORATORIO	101	285	28%
5% CCA	145	340	31%
10% CCA	156	375	34%
15% CCA	162	405	37%
20% CCA	183	420	41%

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

Se tomará como referencia el resultado obtenido en el laboratorio como base para determinar la relación que existe al agregar 5%, 10%, 15%, 20% de CCA como reemplazo en peso del cemento, el informe de laboratorio se encuentra en el ANEXO 3.

La **Gráfica 4** muestra la relación que existe entre el tiempo de fraguado y el contenido de CCA de acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos, la línea de tendencia que más se ajusta a los resultados obtenidos da una relación lineal o directamente proporcional, es decir mientras mayor sea el contenido de CCA mayor tiempo requerirá para fraguar.



**Gráfica 4.** Relación del Tiempo de Fraguado Inicial del Cemento con sus diferentes porcentajes de reemplazo  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

#### 4.1.2 RESUMEN DEL MATERIAL UTILIZADO PARA LA FABRICACIÓN DE LOS BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN.

En la **Tabla 22** se presentan: el porcentaje de reemplazo en peso del cemento por (CCA), la identificación, la resistencia promedio a compresión simple que alcanzaron los bloques ensayados a la edad de 28 días y su clasificación según su resistencia de acuerdo a la norma NTE INEN 3066.

**Tabla 22**

*Resumen de proporciones y porcentaje de reemplazo de cemento por (CCA).*

<b>Proporción: Cemento: (CCA): piedra pómez: polvo blanco</b>	<b>Porcentaje de reemplazo en peso de cemento por (CCA)</b>	<b>Identificación</b>	<b>Resistencia a los 28 días (MPa)</b>
1: 0.00 : 30.43 : 30.43	0%	A	5.065
Clasificación según su resistencia			Clase B
0.95: 0.05: 30.43: 30.43	5%	B	4.380
Clasificación según su resistencia			Clase B
0.90: 0.10: 30.43: 30.43	10%	C	4.430
Clasificación según su resistencia			Clase B
0.85: 0.15: 30.43: 30.43	15%	D	4.225
Clasificación según su resistencia			Clase B
0.80: 0.20: 30.43: 30.43	20%	E	3.780
Clasificación según su resistencia			Clase C

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

#### **4.1.3 RESISTENCIAS A COMPRESIÓN SIMPLE A 7, 14 Y 28 DÍAS DE EDAD DE LOS BLOQUES A, B, C, D, E.**

En la **Tabla 23** y **Tabla 24** se muestran los resultados del ensayo a compresión simple de los bloques A, B, C, D, y E en unidades de MPa, los informes de laboratorio se adjuntan desde el ANEXO 15 hasta el ANEXO 29.

**Tabla 23**

*Resultado de ensayo a resistencia a compresión simple de bloques A, B, C, D, E a los 7 días.*

	A	B	C	D	E
EDAD	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
7	3.89	3.32	3.28	3.71	3.54
	3.32	3.45	3.49	3.28	2.44
	3.58	3.41	3.00	3.64	3.14
	3.68	3.65	3.28	3.20	2.73
	4.04	3.18	3.63	4.32	3.34
	4.05	3.47	3.25	3.84	3.23
	3.36	3.60	3.12	3.02	3.17
	3.81	3.46	3.77	4.05	3.42

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**Tabla 24**

*Resultado de ensayo a resistencia a compresión simple de bloques A, B, C, D, E a los 14 y 28 días.*

	A	B	C	D	E
EDAD	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
14	3.72	4.17	3.92	3.58	3.81
	4.24	3.65	4.54	3.57	3.22
	4.17	4.27	4.42	3.71	2.65
	4.61	4.63	3.10	3.86	2.85
	4.04	3.96	3.92	3.66	3.37
	5.26	3.47	3.54	3.27	3.31
	5.13	3.65	2.53	3.57	3.27
	5.29	3.25	3.07	4.40	3.67
28	5.42	4.18	3.99	4.66	3.62
	5.24	3.90	3.91	4.05	3.61
	5.30	3.92	4.39	4.09	3.30
	5.40	3.96	4.71	3.79	4.05
	5.01	4.57	3.97	4.76	4.05
	4.47	4.84	4.38	4.45	3.72
	4.76	4.89	3.64	4.27	3.98
	5.33	4.40	4.66	4.11	3.45
	5.31	4.76	4.69	4.01	3.97
	5.06	4.72	4.58	4.03	3.82
	5.25	4.24	4.34	4.37	4.05
	5.17	3.91	4.53	4.47	3.74
	4.82	4.42	5.43	4.52	3.35
	5.25	4.10	4.40	4.46	3.91
	5.34	3.92	4.78	5.18	3.71
	4.92	3.73	4.60	4.01	3.52
	4.86	3.81	4.59	3.71	3.85
	4.74	4.44	4.14	3.84	4.14
	5.11	4.98	5.15	4.63	3.63
	4.68	4.72	4.90	3.74	4.12
	4.89	4.71	4.60	4.60	3.68
	5.60	4.55	4.06	4.26	4.00
	5.60	4.84	4.31	4.26	3.48
	4.54	4.37	4.27	4.16	3.73
5.25	4.35	4.18	4.03	3.85	
5.03	4.49	4.40	4.02	4.06	
5.07	4.69	4.24	3.70	3.64	
4.46	4.13	4.40	4.37	3.90	
5.18	4.68	4.34	3.77	3.93	
4.98	4.22	4.31	4.49	3.66	

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Tabla 25** se muestran: los valores de desviación estándar, los límites de aceptabilidad y el promedio de resistencia a compresión simple.

Los valores bajos de la desviación estándar dan una buena regularidad en la fabricación de los bloques huecos de hormigón.

**Tabla 25**

*Resistencia promedio y desviación estándar en MPa.*

<b>Edad</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
	<b>Unidad</b>	<b>(MPa)</b>	<b>(MPa)</b>	<b>(MPa)</b>	<b>(MPa)</b>	<b>(MPa)</b>
7 días	Promedio	3.72	3.44	3.35	3.63	3.22
	Desviación estándar	0.28	0.15	0.26	0.45	0.26
	Límite superior	4.18	3.69	3.78	4.37	3.65
	Límite inferior	3.25	3.20	2.92	2.90	2.80
14 días	Promedio	4.56	3.88	3.63	3.60	3.27
	Desviación estándar	0.61	0.46	0.70	0.18	0.39
	Límite superior	5.56	4.64	4.78	3.90	3.90
	Límite inferior	3.56	3.13	2.48	3.31	2.64
28 días	Promedio	5.07	4.38	4.40	4.19	3.82
	Desviación estándar	0.24	0.34	0.26	0.31	0.20
	Límite superior	5.47	4.93	4.82	4.71	4.15
	Límite inferior	4.68	3.83	3.98	3.68	3.48

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

La **Tabla 26** presenta un resumen de los resultados obtenidos de los ensayos a compresión simple en bloques huecos de hormigón después de un análisis con el 90% en los límites de confianza, de los cuales se calculará un valor promedio y una desviación estándar de la muestra por cada porcentaje de reemplazo, al realizar el análisis se considera en más o menos una desviación estándar para determinar los límites del rango aceptable, donde deben encontrarse los valores obtenidos de los ensayos.

Los valores que no se encuentren dentro del rango determinado por el promedio más o menos una desviación estándar serán eliminados ya que no son representativos en la muestra, estos pueden afectar en el análisis ya que son valores extremos y no permiten un análisis representativo de la muestra ensayada.

**Tabla 26**

*Resistencia promedio y desviación estándar en MPa con Límite de Confianza del 90%*

edad	Porcentaje De Reemplazo De Cemento	Resistencia A Compresión Simple (Mpa)	Porcentaje De Variación	Análisis Con Un Límite De Confianza Del 90% (Mpa)	
7 días	A	3.72	0%		
	B	3.48	6%	Promedio	3.48
	C	3.35	10%	Desviación estándar	0.20
	D	3.63	2%	Límite superior	3.63
	E	3.22	13%	Límite inferior	3.33
14 días	A	4.56	0%		
	B	3.88	15%	Promedio	3.79
	C	3.63	20%	Desviación estándar	0.48
	D	3.60	21%	Límite superior	4.14
	E	3.27	28%	Límite inferior	3.43
28 días	A	5.07	0%		
	B	4.38	14%	Promedio	4.38
	C	4.40	14%	Desviación estándar	0.46
	D	4.19	18%	Límite superior	4.72
	E	3.82	25%	Límite inferior	4.03

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Tabla 27** se muestran los promedios de las resistencias obtenidas en los ensayos a compresión simple de los bloques huecos de hormigón a las edades de 7, 14 y 28 días.

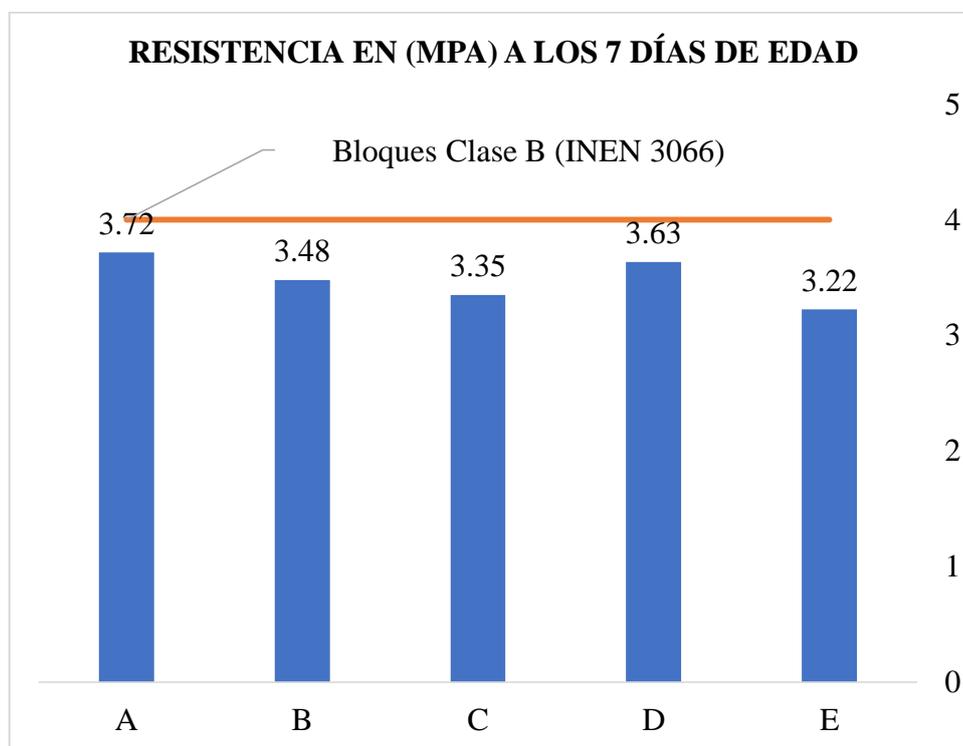
**Tabla 27**

*Resistencia a compresión simple de bloques huecos de hormigón de diferente dosificación a diferente edad.*

<b>Resistencia en MPa</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
7 días	3.72	3.48	3.35	3.63	3.22
14 días	4.56	3.88	3.63	3.60	3.27
28 días	5.07	4.38	4.40	4.19	3.82

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

La **Gráfica 5** se muestran los resultados obtenidos de los ensayos a compresión simple en bloques huecos de hormigón a la edad de 7 días, a esta edad aun no adquieren la resistencia mínima de 4MPa para ser considerados bloques Clase B, según la norma INEN 3066. Además, se puede observar que existe diferencia de la resistencia desarrollada entre el bloque A con los bloques B, C, D, E. Siendo el bloque D, el que presenta una resistencia más cercana al bloque A.

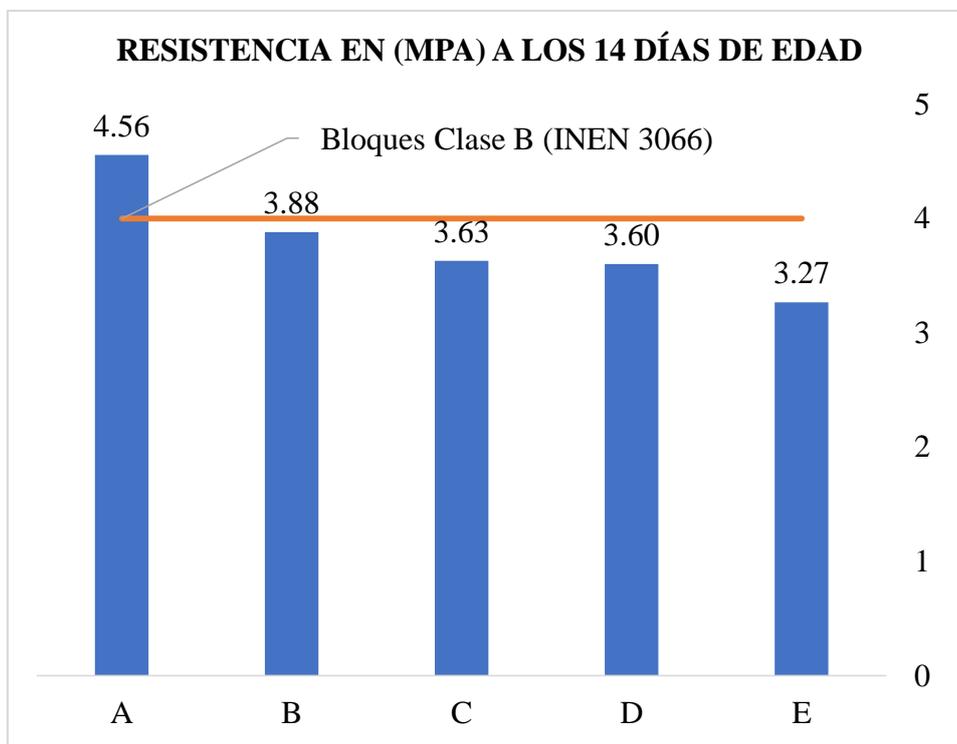


**Gráfica 5.** Resistencia a Compresión Simple a la edad de 7 días

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

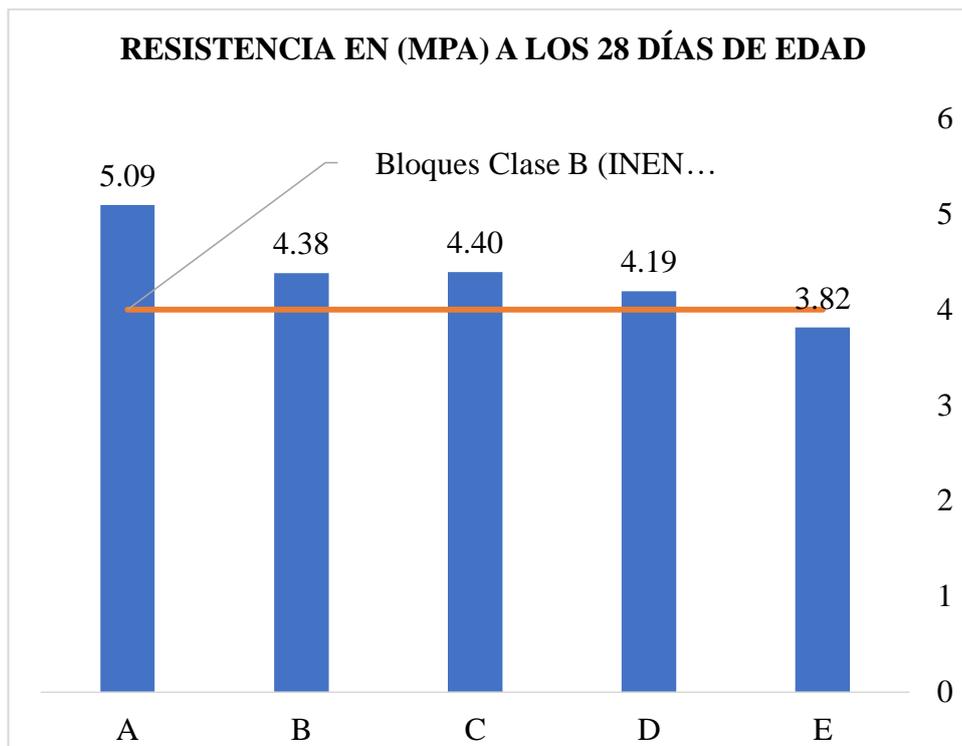
**Gráfica 6** se muestran los resultados obtenidos de los ensayos a compresión simple en bloques huecos de hormigón a la edad de 14 días, a esta edad únicamente el bloque A supera la resistencia mínima de 4MPa para ser

considerados bloque Clase B, según la norma INEN 3066. Además, se puede observar que existe diferencia significativa de la resistencia desarrollada entre el bloque A con los bloques B, C, D, E. Siendo el bloque B, el que presenta una resistencia más cercana al bloque A.



**Gráfica 6.** Resistencia a Compresión Simple a la edad de 14 días  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

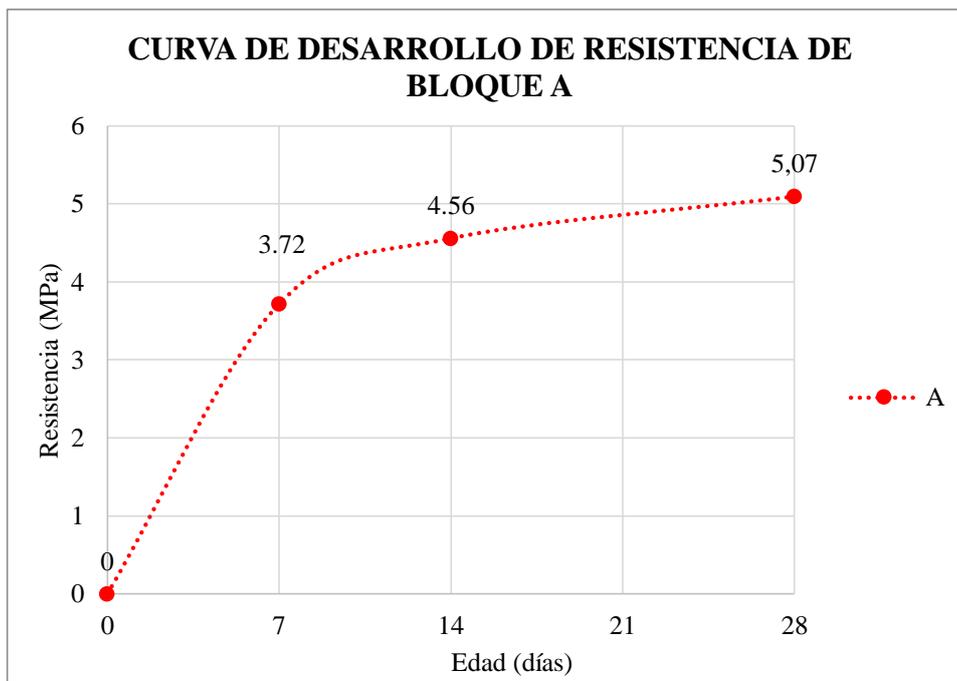
La **Gráfica 7** muestran los resultados obtenidos de los ensayos a compresión simple en bloques huecos de hormigón a la edad de 28 días, a esta edad únicamente el bloque E no supera la resistencia mínima de 4MPa para ser considerados bloque Clase B, según la norma INEN 3066. Además, se puede observar que existe diferencia significativa de la resistencia desarrollada entre el bloque A con los bloques B, C, D, E. Siendo el bloque C, el que presenta una resistencia más cercana al bloque A.



**Gráfica 7.** Resistencia a Compresión Simple a la edad de 28 días  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

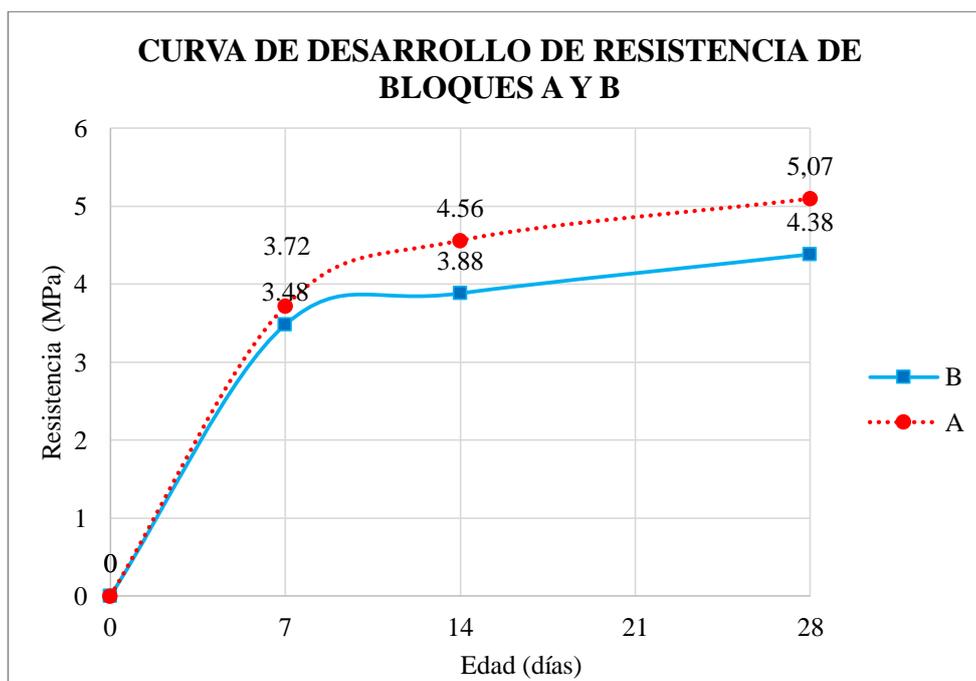
La resistencia desarrollada a la edad de 28 días por los bloques A, B, C, D, E son inversamente proporcional al contenido de (CCA) que estos poseen.

La **Gráfica 8** muestra la curva de desarrollo de la resistencia promedio obtenida del ensayo a compresión simple del bloque A en las edades de 7, 14, y 28 días.



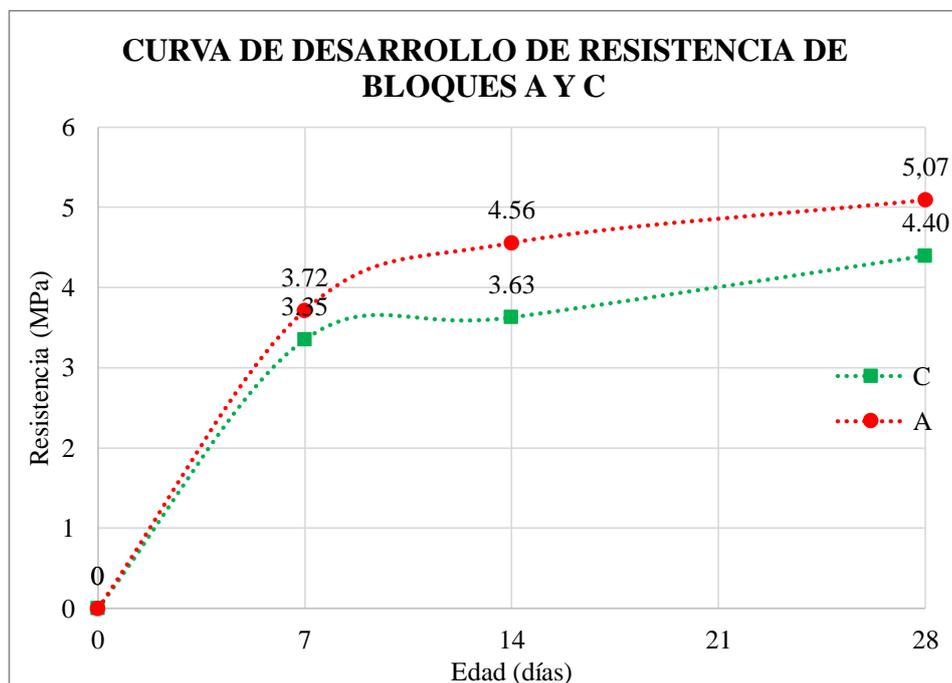
**Gráfica 8.** Curva de desarrollo de resistencia del bloque A  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

La **Gráfica 9** muestra las curvas de desarrollo de las resistencias promedio obtenidas del ensayo a compresión simple de los bloques A y B a las edades de 7, 14, y 28 días.



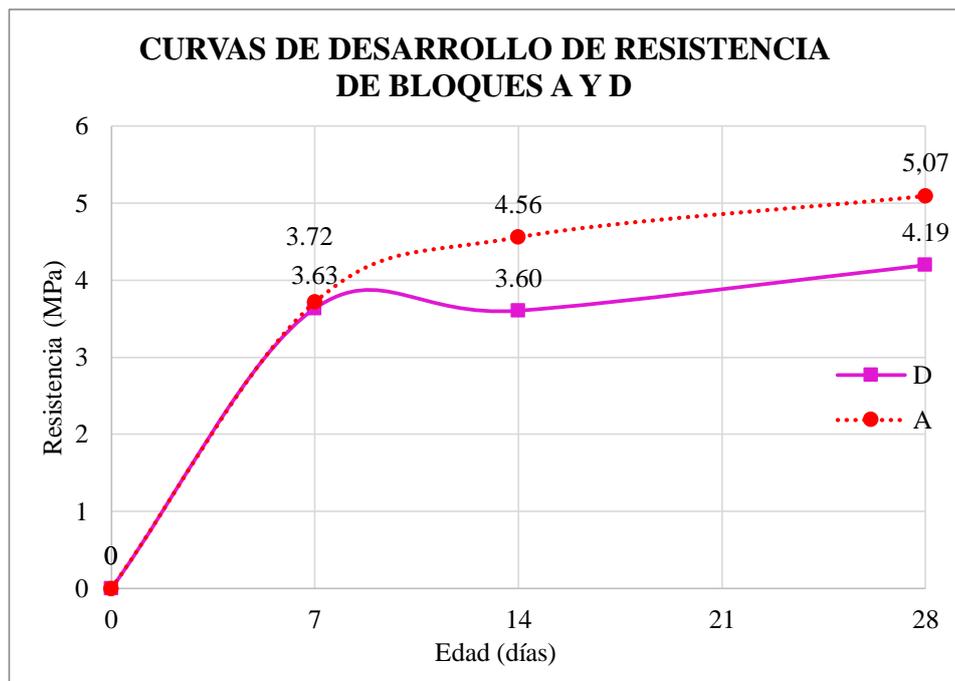
**Gráfica 9.-** Curvas de desarrollo de resistencia de bloques A y B  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

La **Gráfica 10** muestra las curvas de desarrollo de las resistencias promedio obtenidas del ensayo a compresión simple de los bloques A y C a las edades de 7, 14, y 28 días. Las pendientes de las curvas entre la edad de 14 y 28 días son paralelas.



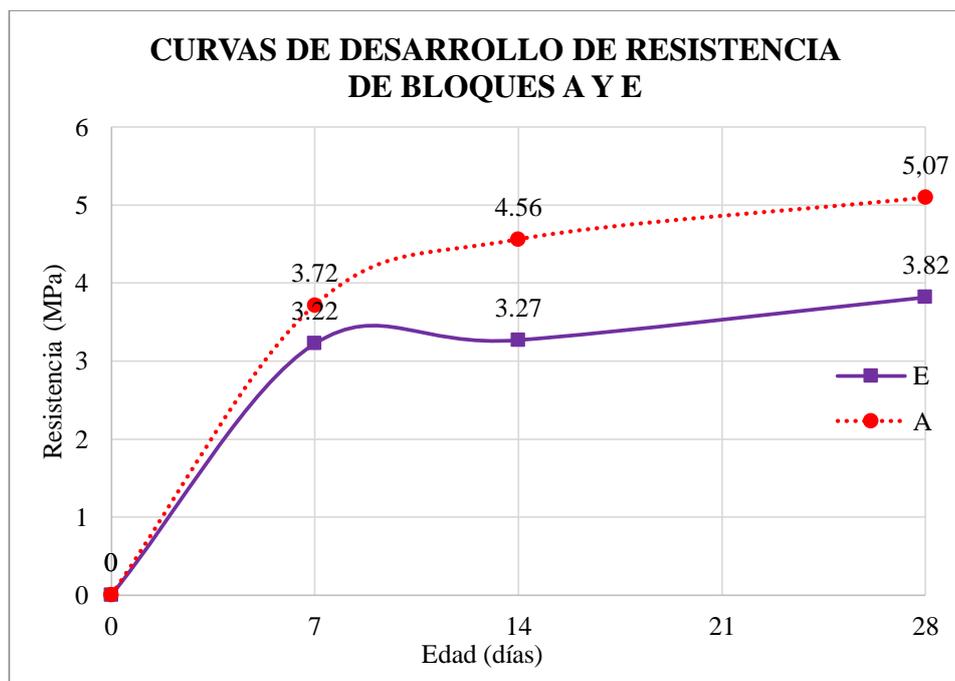
**Gráfica 10** Curva de desarrollo de resistencia de bloques A y C  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

La **Gráfica 11** muestra las curvas de desarrollo de las resistencias promedio obtenidas del ensayo a compresión simple de los bloques A y D a las edades de 7, 14, y 28 días. Las pendientes de las curvas entre la edad de 14 y 28 días son paralelas.



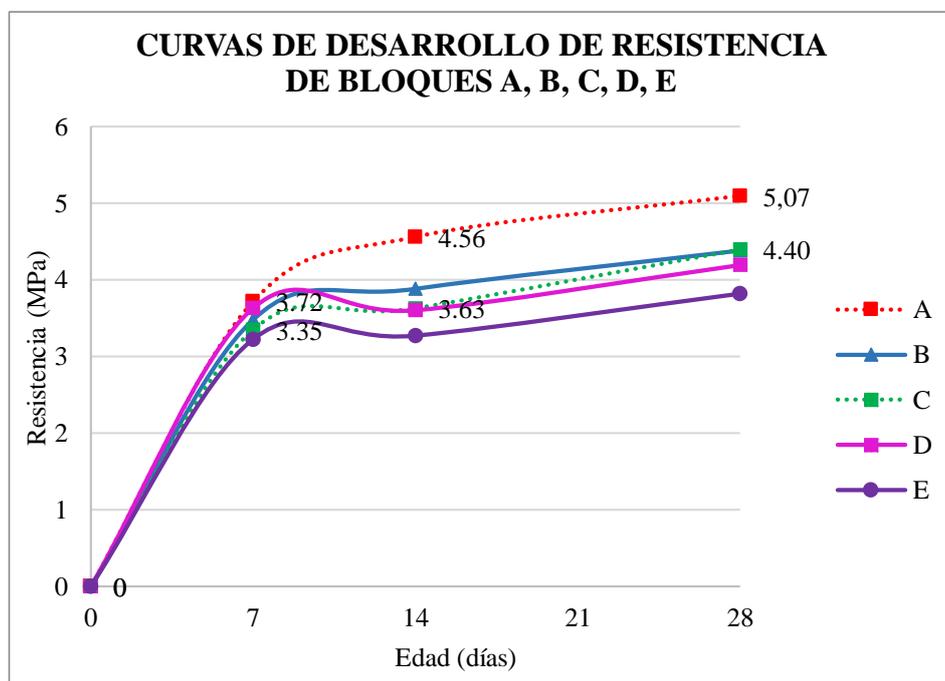
**Gráfica 11** Curvas de desarrollo de resistencia de bloques A y D  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

La **Gráfica 12** muestra las curvas de desarrollo de las resistencias promedio obtenidas del ensayo a compresión simple de los bloques A y E a las edades de 7, 14, y 28 días.



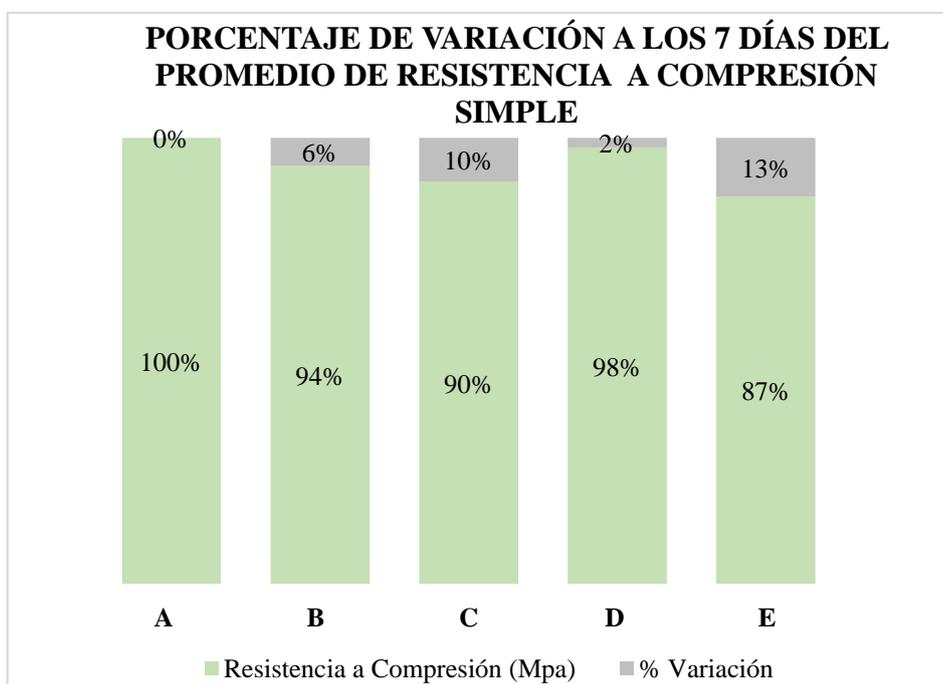
**Gráfica 12** Curvas de desarrollo de resistencia de bloques A y E  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Gráfica 13** se encuentran sobrepuestas las curvas de desarrollo de resistencia a compresión simple a diferentes edades de los bloques A, B, C, D, E, en las cuales a los 28 días adquieren su resistencia última. Se aprecia la similitud entre la curva de desarrollo de la resistencia de bloque C con respecto al bloque A o bloque patrón, al notar que el bloque C presenta mayor resistencia última en comparación a los demás bloques (B, D y E) con reemplazo de cemento por (CCA).



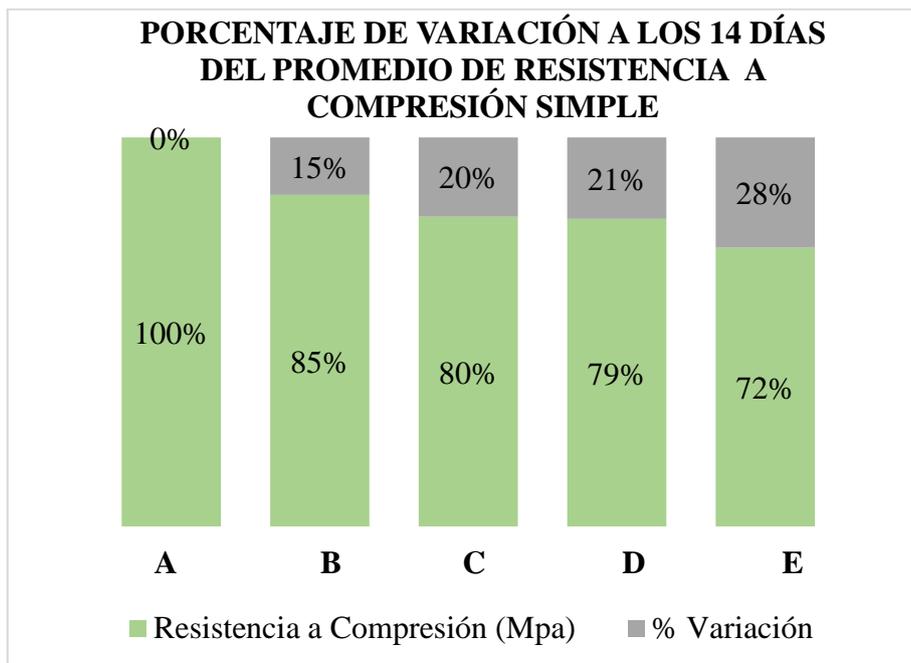
**Gráfica 13** Curvas de desarrollo de resistencia de bloques A, B, C, D y E  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Gráfica 14** se puede observar la variación en porcentaje de la resistencia a la edad de 7 días que han adquirido los bloques B, C, D, E considerando como base del análisis comparativo a la resistencia promedio a compresión simple que presenta el bloque patrón o bloque A, el 100% se considera la resistencia de 3.72 MPa.



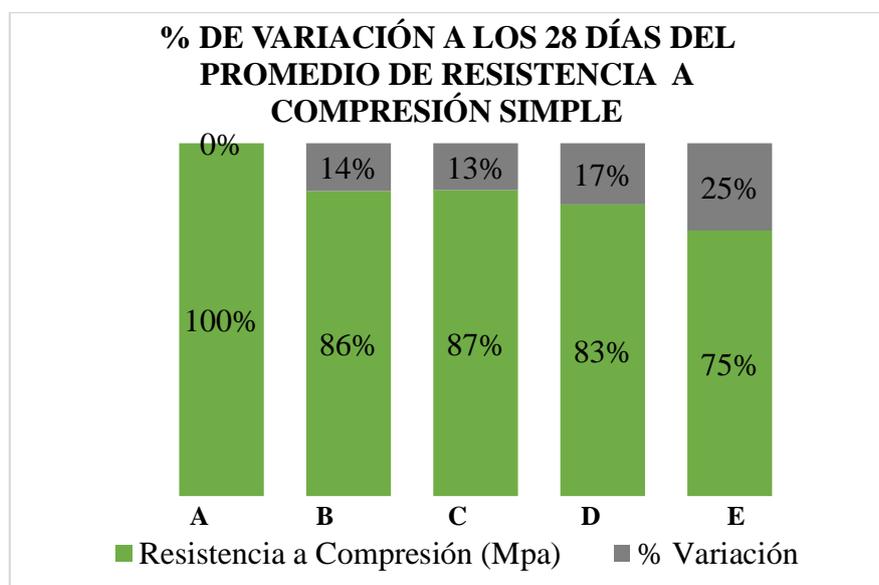
**Gráfica 14** Porcentaje de variación del promedio de resistencia a compresión simple respecto al bloque A a la edad de 7 días.  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Gráfica 15** se puede observar la variación en porcentaje de la resistencia a la edad de 14 días que han adquirido los bloques B, C, D, E considerando como base del análisis comparativo a la resistencia promedio a compresión simple que presenta el bloque patrón o bloque A, el 100% se considera la resistencia de 4.56 MPa.



**Gráfica 15** Porcentaje de variación del promedio de resistencia a compresión simple respecto al bloque A a la edad de 14 días.  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Gráfica 16** se puede observar la variación en porcentaje de la resistencia a la edad de 28 días que han adquirido los bloques B, C, D, E considerando como base del análisis comparativo a la resistencia promedio a compresión simple que presenta el bloque patrón o bloque A, el 100% se considera la resistencia de 5.07 MPa.



**Gráfica 16** Porcentaje de variación del promedio de resistencia a compresión simple respecto al bloque A a la edad de 28 días.  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

#### 4.1.4 RESUMEN DE ENSAYO DE ABSORCIÓN DE BLOQUES HUECOS A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS.

Los bloques utilizados en el ensayo de Absorción se encuentran descritos en la **Tabla 28** y **Tabla 29**, los resultados del ensayo realizados a los bloques A, B, C, D, E se encuentran en los ANEXO 30 hasta el ANEXO 34 respectivamente.

**Tabla 28**

*Dimensiones de bloques huecos de hormigón utilizados en el ensayo de absorción*

	a	b	h
	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO
A48	15.0	40.1	19.8
A49	15.0	40.1	20.0
A50	15.0	40.1	19.8
B48	15.0	40.1	19.9
B49	15.0	40.1	19.9
B50	15.0	40.0	19.8
C48	15.0	40.1	20.0
C49	15.0	40.1	19.9
C50	15.0	40.1	19.9
D48	15.0	40.0	20.0
D49	15.0	40.1	19.9
D50	15.0	40.1	19.9
E48	15.0	40.0	20.0
E49	15.0	40.0	19.9
E50	15.0	40.0	19.9

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

La Clasificación de los bloques huecos de hormigón de acuerdo a la Absorción según la norma NTE INEN 3066, se encuentra detallado en la **Tabla 29**.

**Tabla 29**  
*Ensayo de absorción*

Muestra	Masa inicial	Masa saturada	Masa sumergida	Masa seca	Absorción		Clasificación para bloques tipo A (Absorción)	Contenido de humedad	Densidad	Clasificación para bloques tipo A Densidad)	Volumen neto
	Mr	Ms	Mi	Md	%	kg/m <sup>3</sup>					
	Kg	Kg	Kg	Kg	%	kg/m <sup>3</sup>	<b>INEN 3066</b>	%	Kg/m <sup>3</sup>	<b>INEN 3066</b>	mm <sup>3</sup>
A48	11.0793	12.0957	4.491	9.9838	21%	277.71	liviano	52%	1312.85	liviano	7604700
A49	10.0734	11.1675	3.9255	8.9568	25%	305.26	liviano	51%	1236.79	liviano	7242000
A50	10.4747	11.5193	4.1825	9.4276	22%	285.10	liviano	50%	1284.97	liviano	7336800
B48	9.2205	10.976	3.9445	8.965	22%	286.00	liviano	13%	1274.98	liviano	7031500
B49	9.9453	11.6385	3.9255	9.6162	21%	262.19	medio	16%	1246.75	liviano	7713000
B50	9.7482	11.4036	4.0755	9.2696	23%	291.21	liviano	22%	1264.94	liviano	7328100
C48	8.9113	10.8108	3.5725	8.5045	27%	318.62	liviano	18%	1174.93	liviano	7238300
C49	9.2975	11.216	3.95	8.8412	27%	326.84	(N.E.CL.) <sup>2</sup>	19%	1216.79	liviano	7266000
C50	9.0148	11.0695	3.8985	8.6506	28%	337.32	(N.E.CL.)	15%	1206.33	liviano	7171000
D48	9.2344	11.2698	4.0485	8.9401	26%	322.62	(N.E.CL.)	13%	1238.02	liviano	7221300
D49	9.2193	11.1252	3.9155	8.7831	27%	324.85	(N.E.CL.)	19%	1218.23	liviano	7209700
D50	9.7477	11.7024	4.223	9.3581	25%	313.43	liviano	17%	1251.18	liviano	7479400
E48	9.5077	11.0595	3.731	8.6326	28%	331.16	(N.E.CL.)	36%	1177.95	liviano	7328500
E49	9.9572	11.1661	3.792	8.7755	27%	324.19	(N.E.CL.)	49%	1190.04	liviano	7374100
E50	10.1613	11.4162	4.078	8.8217	29%	353.56	(N.E.CL.)	52%	1202.16	liviano	7338200

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

<sup>2</sup> N.E.CL.: No existe clasificación ya que la absorción supera los 320 kg/cm<sup>3</sup>

**NOTA:** Al fabricar bloques con los mismos moldes se obtiene un área promedio de 368009.40 mm<sup>2</sup>

En la **Tabla 30** se encuentran en resumen de los porcentajes obtenidos del ensayo de absorción de los bloques A, B, C, D, E.

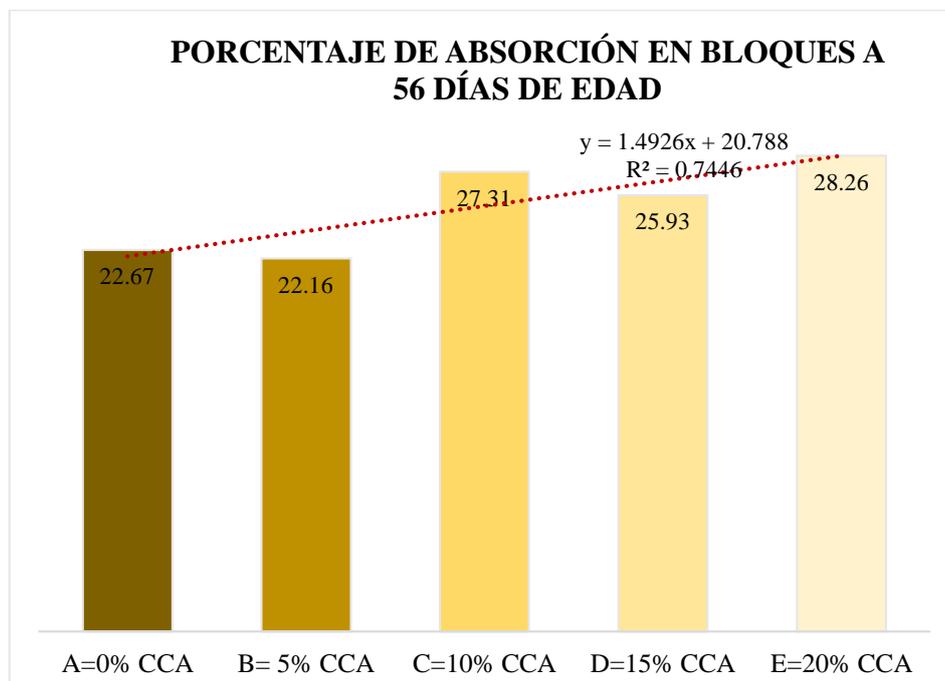
**Tabla 30**

*Ensayo de absorción a la edad de 56 días.*

<b>A=0% (CCA)</b>	22,67%
<b>B= 5% (CCA)</b>	22,16%
<b>C=10% (CCA)</b>	27,31%
<b>D=15% (CCA)</b>	25,93%
<b>E=20% (CCA)</b>	28,26%

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Gráfica 17** se denota la línea de tendencia interna de los valores obtenidos en el ensayo de absorción de los bloques A, B, C, D, E a una edad de 56 días, dando como resultado  $R^2 = 0.7446$ , la misma que demuestra una bondad de ajuste, se podría decir que este modelo explica en un 74.46% a los ensayos reales.



**Gráfica 17** Porcentaje de Absorción en bloques A, B, C, D, E a la edad de 56 días.

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

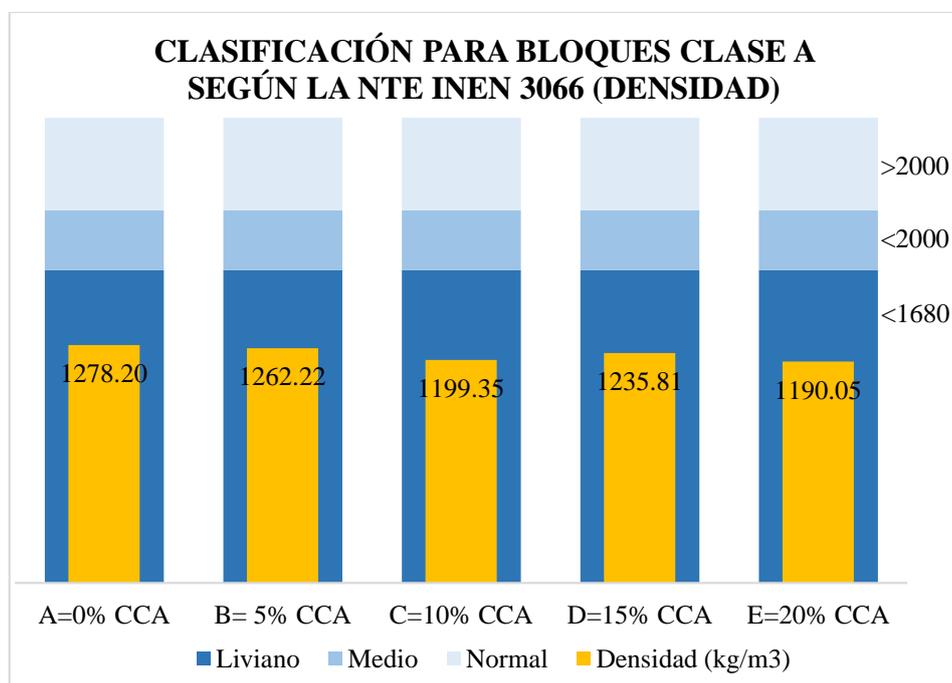
La **Tabla 31** muestra las densidades promedias del ensayo de densidad realizado a los bloques A, B, C, D y E.

**Tabla 31***Densidad de bloques A, B, C, D y E.*

<b>A=0% (CCA)</b>	kg/m <sup>3</sup>	1278.20
<b>B= 5% (CCA)</b>	kg/m <sup>3</sup>	1262.22
<b>C=10% (CCA)</b>	kg/m <sup>3</sup>	1199.35
<b>D=15% (CCA)</b>	kg/m <sup>3</sup>	1235.81
<b>E=20% (CCA)</b>	kg/m <sup>3</sup>	1190.05

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

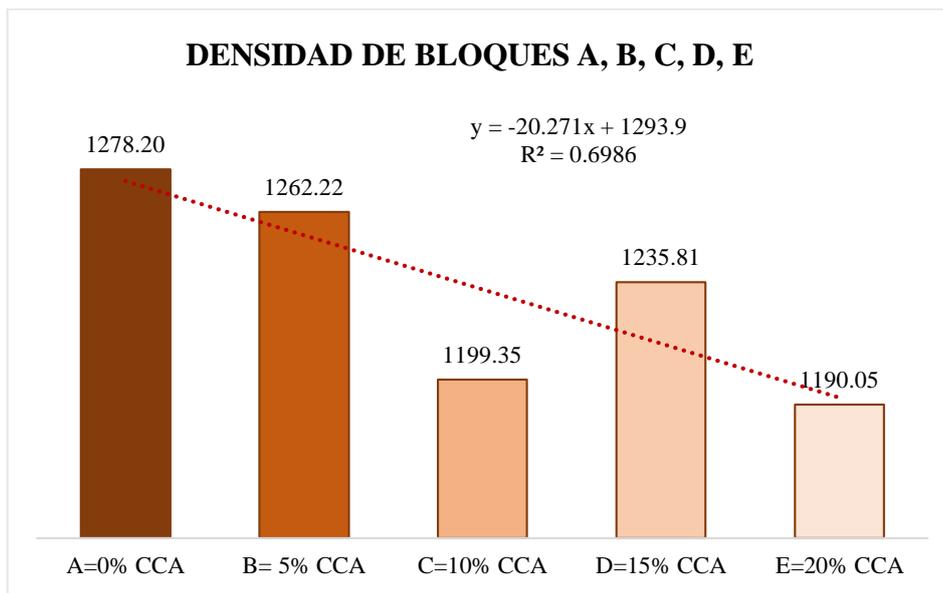
En la **Gráfica 18** se encuentra la clasificación de los bloques A, B, C, D, E de acuerdo a la densidad según la INEN 3066 a los 56 días de edad, mismos que se encuentran por debajo del límite para clasificarlos como livianos, siendo menores a 1680 kg/m<sup>3</sup>. Los resultados se encuentran resumidos en la **Tabla 31**.



**Gráfica 18** Clasificación según la densidad promedio de bloques A, B, C, D, E en kg/m<sup>3</sup>

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Gráfica 19** se encuentra los valores obtenidos del ensayo de densidad de los bloques A, B, C, D, E a una edad de 56 días desde su fabricación, dando un  $R^2 = 0.6986$  como bondad de ajuste, se podría decir que este modelo explica en un 69.86% a los ensayos reales.



**Gráfica 19** Densidad de bloques A, B, C, D, E  
 Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

#### 4.1.5 RESUMEN DE LOS PESOS DE LOS BLOQUES.

En la **Tabla 32** se describen las cantidades de material utilizado en la fabricación de los bloques huecos, con sus diferentes unidades de medidas y cada uno de los porcentajes de reemplazo en peso del cemento por (CCA), junto con sus pesos promedios de los bloques A, B, C, D, E.

**Tabla 32**

*Cantidades de materiales utilizados en la fabricación de bloques A, B, C, D, E y peso de los bloques a los 28 días.*

<b>Dosificación de bloques</b>				
<b>Detalles</b>		<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Peso promedio (kg)</b>
Bloques A PATRÓN	Agua	litros	51	10.64
	Cemento	kg	45	
	Polvo fino	palas	38	
	Piedra pómez	palas	38	
	(CCA)	kg	0	
Bloques B 5% (CCA)	Agua	litros	54	10.42
	Cemento	kg	42.75	
	Polvo fino	palas	38	
	Piedra pómez	palas	38	
	(CCA)	kg	2.25	
Bloques C 10% (CCA)	Agua	litros	60	9.47
	Cemento	kg	40.5	
	Polvo fino	palas	38	
	Piedra pómez	palas	38	
	(CCA)	kg	4.5	
Bloques D 15% (CCA)	Agua	litros	66	9.81
	Cemento	kg	38.25	
	Polvo fino	palas	38	
	Piedra pómez	palas	38	
	(CCA)	kg	6.75	
Bloques E 20% (CCA)	Agua	litros	72	9.36
	Cemento	kg	36	
	Polvo fino	palas	38	
	Piedra pómez	palas	38	
	(CCA)	kg	9	

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Tabla 33** se encuentran los pesos promedios de los bloques A, B, C, D, E, a edades de ensayo que son (7, 14 y 28 días).

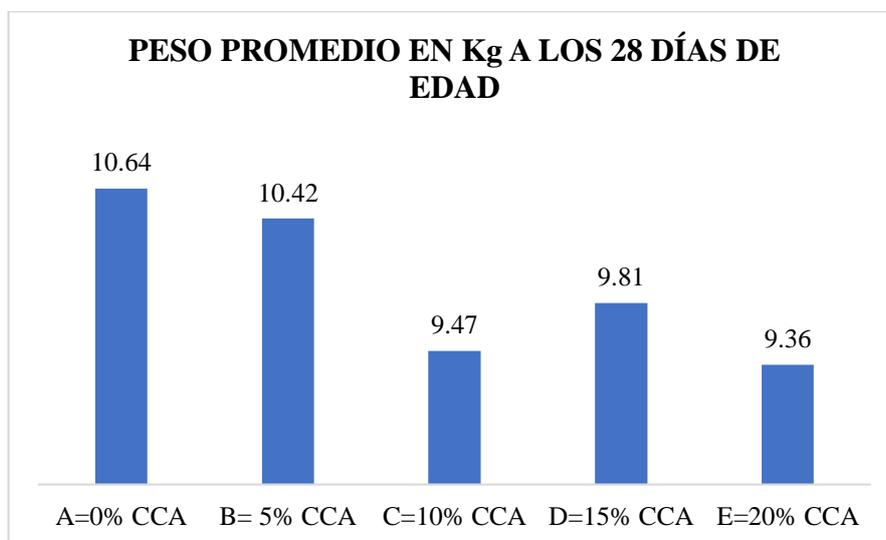
**Tabla 33**

*Peso de bloques a los 7, 14 y 28 días de edad de los bloques A, B, C, D, E*

	Peso promedio en (kg)				
	PATRÓN	5% (CCA)	10% (CCA)	15% (CCA)	20% (CCA)
Edad	A	B	C	D	E
7 días	11.00	10.66	10.29	10.30	9.93
14 días	10.29	10.31	9.98	9.84	9.86
28 días	10.64	10.42	9.47	9.81	9.36

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Gráfica 20** se encuentran los pesos promedios en Kg de los bloques A, B, C, D, E a la edad de 28 días.



**Gráfica 20.** Pesos promedio en Kg a los 28 días de edad.

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Tabla 34** se encuentran los porcentajes de disminución de pesos promedios de los bloques B, C, D, E en base a los bloques A a la edad de 28 días.

**Tabla 34**

*Porcentaje de reducción en peso en comparación al bloque A.*

	PESO BLOQUE A		% DE REDUCCIÓN
B= 5% (CCA)	10.64	10.31	-3%
C=10% (CCA)		9.47	-11%
D=15% (CCA)		9.81	-8%
E=20% (CCA)		9.36	-12%

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

#### 4.1.6 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Se trata de determinar si el costo de una obra guarda la debida relación con los beneficios que de ella se espera obtener, o bien si las disponibilidades existentes bastan para su ejecución, es suficiente hacer un presupuesto aproximado, tomando como base unidades mensurables en números redondos y precios unitarios que no estén muy detallados.

##### 4.1.6.1 Costo unitario de la producción de ceniza de cascarilla de arroz

Como se mencionó anteriormente en el capítulo 3, en la metodología aplicada en el desarrollo de esta tesis, se realiza un análisis de precios unitarios de los rubros empleados en la obtención de la ceniza de cascarilla de arroz.

Como antecedente, se debe recordar que los materiales empleados en la fabricación de bloques artesanales están expuestos a la intemperie, los mismos que no cumplen con las normas establecidas por la INEN, estos materiales varían de acuerdo a la zona en la que se encuentran y la facilidad de movilidad desde las minas de extracción hasta el sitio de fabricación.

Por este motivo, en el estudio se realiza una aproximación del costo de producción de la ceniza de cascarilla de arroz aprovechando uno de los recursos producidos por la industria arrocera, como un nuevo cementante para su incorporación en la construcción.

Según la **Tabla 11** donde se muestran rangos de valores que puede tomar la densidad de la (CCA), se determina un promedio, para realizar el análisis de costos.

$$\text{DENSIDAD} = 2.23 \text{ g/cm}^3.$$

En el Análisis de Precios Unitarios se considerará un 20% de costos indirectos en la producción de ceniza de cascarilla de arroz como se observa en la **Tabla 35**, los mismos que serán útiles al determinar el precio por kg de ceniza de cascarilla de arroz.

#### **Integración de los Costos Directos.**

Materiales

Mano de Obra

Herramienta Menor

Equipo de Seguridad

Herramienta y Equipo de Construcción

### **Integración de los Costos Indirectos.**

Costos administrativos y técnicos

Traslado de personal.

Alquileres y depreciaciones

Obligaciones y seguros

Costos de financiamiento

En la **Tabla 35** se observa en análisis del porcentaje que presentan los costos indirectos en el análisis de precios unitarios para la producción de ceniza de cascarilla de arroz.

**Tabla 35**

*Porcentaje de costos indirectos de producción de (CCA)*

<b>Costos Indirectos</b>	<b>Compra de cascarilla</b>	<b>Calcinación previa</b>	<b>Calcinación horno</b>	<b>Molienda</b>	<b>Total</b>
Gastos Administración	3%	2%	2%	3%	10%
Mantenimiento		1%	1%	1%	3%
Gastos de oficina		0,50%	1%	0,50%	2%
Seguro		0,50%	0,50%	1%	2%
Costos de Financiamiento	1%				1%
Servicios y flete	2%				2%
<b>TOTAL</b>					<b>20%</b>

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Tabla 36** se encuentra un resumen de los rubros empleados para la producción industrial de ceniza de cascarilla de arroz.

**Tabla 36***Rubros de la producción de (CCA)*

Bodega <sup>3</sup>	\$ 46.74
Transporte de cascarilla de arroz en volqueta hasta 20 km	\$ 9.93
Molienda de la ceniza cascarilla de arroz	\$ 9.83
Calcinación de la cascarilla de arroz	\$ 8.90
Tamizado de ceniza de cascarilla de arroz	\$ 18.48
Empaquetado de fundas de 25kg	\$ 58.62
<b>Total</b>	<b>\$ 152.50</b>
<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.23</b>
Precio total de fabricación de ceniza de cascarilla de arroz por kg	\$ 0.07
Precio total de fabricación de ceniza de cascarilla de arroz por sacos de 25 kg	\$ 1.81

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

A partir de la **Tabla 37** hasta la **Tabla 42** se muestran detallados los análisis de precios unitarios de los diferentes rubros que se utilizó para producción industrial de la ceniza de cascarilla de arroz.

---

<sup>3</sup> Bodega: Se denomina bodega al lugar donde se almacena la cascarilla de arroz una vez que se la haya adquirido.

**Tabla 37***Análisis de precios unitarios del rubro bodega*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				UNIDAD:	M2
<b>RUBRO:</b>		BODEGA			
<b>EQUIPO:</b>					
<b>DESCRIPCION:</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A×B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO D=C×R</b>
Herramienta menor (5% de M.O)					\$ 0.50
				SUBTOTAL M	\$ 0.50
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A×B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO D=C×R</b>
Peon (Estruc. Ocup E2)	\$ 2.00	\$ 3.60	\$ 7.20	\$ 0.80	\$ 5.76
Albañil (Estruc. Ocup E2)	\$ 1.00	\$ 3.65	\$ 3.65	\$ 0.60	\$ 2.19
Maestro de Obra Estruct. Ocup 1)	\$ 1.00	\$ 4.04	\$ 4.04	\$ 0.50	\$ 2.02
				SUBTOTAL N	\$ 9.97
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P.UNIDAD (B)</b>	<b>COSTO C=A×B</b>
Clavos (2" 2 1/2" 3" 3 1/2")		kg	\$ 0.32	\$ 2.50	\$ 0.80
Alfajia 6x6x250 cm		u	\$ 0.80	\$ 2.50	\$ 2.00
Puntal de madera de eucalipto		ml	\$ 1.60	\$ 1.12	\$ 1.79
Tabla de monte 30 cm		u	\$ 4.00	\$ 2.27	\$ 9.08
Tiras 2.5x2.5x250 cm		u	\$ 1.60	\$ 0.49	\$ 0.78
Vigas de eucalipto 15x15 cm		ml	\$ 0.40	\$ 4.61	\$ 1.84
Cubierta metalica e=0.06 mm		m2	\$ 0.80	\$ 15.23	\$ 12.18
				SUBTOTAL O	\$ 28.48
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>COSTO/KM (B)</b>	<b>TARIFA (C)</b>	<b>COSTO D=A×B×C</b>
					\$ -
				SUBTOTAL P	\$ -
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					\$ 38.95
<b>INDIRECTOS Y UTILIZADADES%</b>					20%
<b>OTROS INDIRECTOS%</b>					0%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 46.74
<b>VALOR OFERTADO</b>					\$ 46.74

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**Tabla 38**

*Análisis de precios unitarios del rubro transporte de cascarilla de arroz en volqueta hasta 20 km*

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					UNIDAD:	M3	
<b>RUBRO:</b>		TRANSPORTE DE CASCARILLA DE ARROZ EN VOLQUETA HASTA 20 km					
<b>EQUIPO:</b>							
<b>DESCRIPCION:</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A×B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO D=C×R</b>		
Volqueta de 12m3	\$ 1.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 0.06	\$ 1.88		
Cargadora frontal	\$ 1.00	\$ 35.00	\$ 35.00	\$ 0.06	\$ 2.19		
				<b>SUBTOTAL M</b>	\$ 4.06		
<b>MANO DE OBRA</b>							
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A×B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO D=C×R</b>		
Chofer licencia tipo E	\$ 1.00	\$ 6.50	\$ 6.50	\$ 0.50	\$ 3.25		
Operador Equipo Pesado C1	\$ 1.00	\$ 4.04	\$ 4.04	\$ 0.10	\$ 0.40		
Ayudante de maquinaria C3	\$ 1.00	\$ 3.70	\$ 3.70	\$ 0.15	\$ 0.56		
				<b>SUBTOTAL N</b>	\$ 4.21		
<b>MATERIALES</b>							
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P.UNIDAD (B)</b>	<b>COSTO C=A×B</b>		
					\$ -		
				<b>SUBTOTAL O</b>	\$ -		
<b>TRANSPORTE</b>							
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>COSTO/KM (B)</b>	<b>TARIFA (C)</b>	<b>COSTO D=A×B×C</b>		
					\$ -		
				<b>SUBTOTAL P</b>	\$ -		
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			\$ 8.27	
			<b>INDIRECTOS Y UTILIZADADES%</b>			20%	\$ 1.65
			<b>OTROS INDIRECTOS%</b>			0%	
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			\$ 9.93	
			<b>VALOR OFERTADO</b>			\$ 9.93	

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**Tabla 39***Análisis de precios unitarios del rubro molienda de la ceniza cascarilla de arroz*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					UNIDAD:	M3	
<b>RUBRO:</b>		MOLIENDA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ					
<b>EQUIPO:</b>							
<b>DESCRIPCION:</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A×B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO D=C×R</b>		
Herramienta menor (5% de M.O)						\$ 0.27	
				SUBTOTAL M		\$ 0.27	
<b>MANO DE OBRA</b>							
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A×B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO D=C×R</b>		
Peon (Estruc. Ocup E2)	\$ 2.00	\$ 3.60	\$ 7.20	\$ 0.75		\$ 5.40	
				SUBTOTAL N		\$ 5.40	
<b>MATERIALES</b>							
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P.UNIDAD (B)</b>	<b>COSTO C=A×B</b>		
Ceniza de cascarillade arroz		kg	\$ 0.25	\$ 2.59		\$ 0.65	
Mortero de piedra		u	\$ 0.13	\$ 15.00		\$ 1.88	
				SUBTOTAL O		\$ 2.52	
<b>TRANSPORTE</b>							
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>COSTO/KM (B)</b>	<b>TARIFA (C)</b>	<b>COSTO D=A×B×C</b>		
						\$ -	
				SUBTOTAL P		\$ -	
			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 8.19	
			INDIRECTOS Y UTILIZADADES%			20% \$ 1.64	
			OTROS INDIRECTOS%			0%	
			COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 9.83	
			VALOR OFERTADO			\$ 9.83	

*Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)*

**Tabla 40**Análisis de precios unitarios del rubro *Calcinación de la cascarilla de arroz*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					UNIDAD:	M3	
<b>RUBRO:</b>		CALCINACIÓN DE LA CASCARILLA DE ARROZ					
<b>EQUIPO:</b>							
<b>DESCRIPCION:</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A×B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO D=C×R</b>		
Herramienta menor (5% de M.O) Mufla 700 C	\$ 1.00	\$ 21.16	\$ 21.16	\$ 0.25	\$ 0.10	\$ 5.29	
				SUBTOTAL M	\$ 5.39		
<b>MANO DE OBRA</b>							
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A×B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO D=C×R</b>		
Peon (Estruc. Ocup E2)	\$ 1.00	\$ 3.60	\$ 3.60	\$ 0.50	\$ 1.80		
Albañil (Estruc. Ocup E2)	\$ 0.25	\$ 3.65	\$ 0.91	\$ 0.25	\$ 0.23		
				SUBTOTAL N	\$ 2.03		
<b>MATERIALES</b>							
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P.UNIDAD (B)</b>	<b>COSTO C=A×B</b>		
					\$ -		
				SUBTOTAL O	\$ -		
<b>TRANSPORTE</b>							
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>COSTO/KM (B)</b>	<b>TARIFA (C)</b>	<b>COSTO D=A×B×C</b>		
					\$ -		
				SUBTOTAL P	\$ -		
			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 7.42	
			INDIRECTOS Y UTILIZADADES%		20%	\$ 1.48	
			OTROS INDIRECTOS%		0%		
			COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 8.90	
			VALOR OFERTADO			\$ 8.90	

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**Tabla 41**

*Análisis de precios unitarios del rubro tamizado de ceniza de cascarilla de arroz*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					UNIDAD:	M3	
<b>RUBRO:</b>		TAMIZADO DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ					
<b>EQUIPO:</b>							
<b>DESCRIPCION:</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A×B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO D=C×R</b>		
Herramienta menor (5% de M.O)						\$ 0.27	
				SUBTOTAL M		\$ 0.27	
<b>MANO DE OBRA</b>							
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A×B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO D=C×R</b>		
Peon (Estruc. Ocup E2)	\$ 2.00	\$ 3.60	\$ 7.20	\$ 0.75		\$ 5.40	
				SUBTOTAL N		\$ 5.40	
<b>MATERIALES</b>							
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P.UNIDAD (B)</b>	<b>COSTO C=A×B</b>		
Ceniza de cascarillade arroz		kg	\$ 0.25	\$ -		\$ -	
Tamiz #200		u	\$ 2.00	\$ 1.15		\$ 2.30	
				SUBTOTAL O		\$ 7.70	
<b>TRANSPORTE</b>							
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>COSTO/KM (B)</b>	<b>TARIFA (C)</b>	<b>COSTO D=A×B×C</b>		
						\$ -	
				SUBTOTAL P		\$ -	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>						\$ 7.70	
INDIRECTOS Y UTILIZADADES%				20%		\$ 1.54	
OTROS INDIRECTOS%				0%			
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						\$ 9.24	
<b>VALOR OFERTADO</b>						\$ 9.24	
OTROS INDIRECTOS%				20%			
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						\$ 18.48	
<b>VALOR OFERTADO</b>						\$ 18.48	

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**Tabla 42**

Análisis de precios unitarios del rubro empaquetado de fundas de 25kg

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				UNIDAD:	M3
<b>RUBRO:</b>		EMPAQUETADO DE FUNDAS DE 25kg			
<b>EQUIPO:</b>					
<b>DESCRIPCION:</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A×B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO D=C×R</b>
Herramienta menor (5% de M.O)					\$ 0.58
				SUBTOTAL M	\$ 0.58
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A×B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO D=C×R</b>
Peon ( Estruct. Ocup E2)	\$ 4.00	\$ 3.60	\$ 14.40	\$ 0.80	\$ 11.52
				SUBTOTAL N	\$ 11.52
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P.UNIDAD (B)</b>	<b>COSTO C=A×B</b>
Sellador de fundas plasticas de pedal industrial		u	\$ 0.05	\$ 150.00	\$ 7.50
Fundas de 50x40x15		u	\$ 117.00	\$ 0.25	\$ 29.25
				SUBTOTAL O	\$ 36.75
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>COSTO/KM (B)</b>	<b>TARIFA (C)</b>	<b>COSTO D=A×B×C</b>
					\$ -
				SUBTOTAL P	\$ -
			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		\$ 48.85
			INDIRECTOS Y UTILIZADADES%		20% \$ 9.77
			OTROS INDIRECTOS%		0%
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$ 58.62
			VALOR OFERTADO		\$ 58.62

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

#### **4.1.6.2 Costo de fabricación de bloque de manera empírica según los artesanos.**

En base a la dosificación utilizada por los artesanos se realiza un análisis de costos de fabricación que se detalla en la **Tabla 43**, cabe mencionar que dichos bloques no cumplen con la normativa vigente. Por tal motivo en el presente estudio no se utilizó dicha dosificación, más bien es una referencia del costo de fabricación.

El costo de mano de obra está basado en datos de (Contraloría General del Estado del Ecuador, 2020).

#### **Integración de los Costos directos.**

Materiales

Mano de Obra

Herramienta Menor

Equipo de Seguridad

Herramienta y Equipo de Construcción

#### **Integración de los Costos Indirectos.**

Preparación, dosificación y mezclado de material

Conducción y vibro-compactación

Secado al aire libre

Curado

Almacenaje

**Tabla 43***Análisis de precios unitarios de bloques fabricados por los artesanos*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				UNIDAD:	u
<b>RUBRO:</b>	BLOQUE ARTESANAL 40X20X15 cm				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO HORA (C=A*B)</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>
Herramienta Menor (5% M.O.)					\$ 0.00
Mezcladora (10% M.O.)					\$ 0.00
Máquina de vibro-compactación (10% M.O.)					\$ 0.00
				<b>SUBTOTAL (M)</b>	\$ 0.00
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>
Peón	3	\$ 3.60	\$ 10.80	0.0010	\$ 0.01
				<b>SUBTOTAL (N)</b>	\$ 0.01
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P.UNIDAD (B)</b>	<b>COSTO C=A*B</b>
Cemento		saco	0.01250	\$ 8.00	\$ 0.10
Agua		m3	0.00063	\$ 0.07	\$ 0.00
Piedra Pómez		m3	0.00704	\$ 9.50	\$ 0.07
Polvo Blanco		m3	0.00704	\$ 5.50	\$ 0.04
				<b>SUBTOTAL (O)</b>	\$ 0.21
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>COSTO/KM (B)</b>	<b>TARIFA (C)</b>	<b>COSTO D=A*B*C</b>
					\$ -
				<b>SUBTOTAL P</b>	\$ -
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	\$ 0.22
				<b>INDIRECTOS Y UTILIZADADES%</b>	20%
					\$ 0.04
				<b>OTROS INDIRECTOS%</b>	0%
				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	\$ 0.26
				<b>VALOR OFERTADO</b>	\$ 0.26

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

#### 4.1.6.3 Costos de fabricación del bloque artesanal con y sin reemplazo de cemento por (CCA).

Para mejorar la resistencia de los bloques de la fábrica, se alteró la dosificación que estos utilizan, por lo tanto, para esta investigación se realizó una modificación en la dosificación proporcionada por la bloquera, que consiste en incrementar la cantidad de cemento.

Este incremento de cemento ayuda en las propiedades de resistencia a compresión del bloque e incrementa alrededor de 2 a 2.5 MPa más sobre la resistencia original, llegando a una resistencia a los 28 días alrededor de 5.1 MPa, según la norma NTE INEN 3066 los clasifica como bloques clase B, siendo estos utilizados en mampostería.

Al utilizar la misma metodología de construcción para todos los bloques A, B, C, D, E, se desarrollan los siguientes análisis de precios unitarios de la fabricación, como se muestra en la **Tabla 44**.

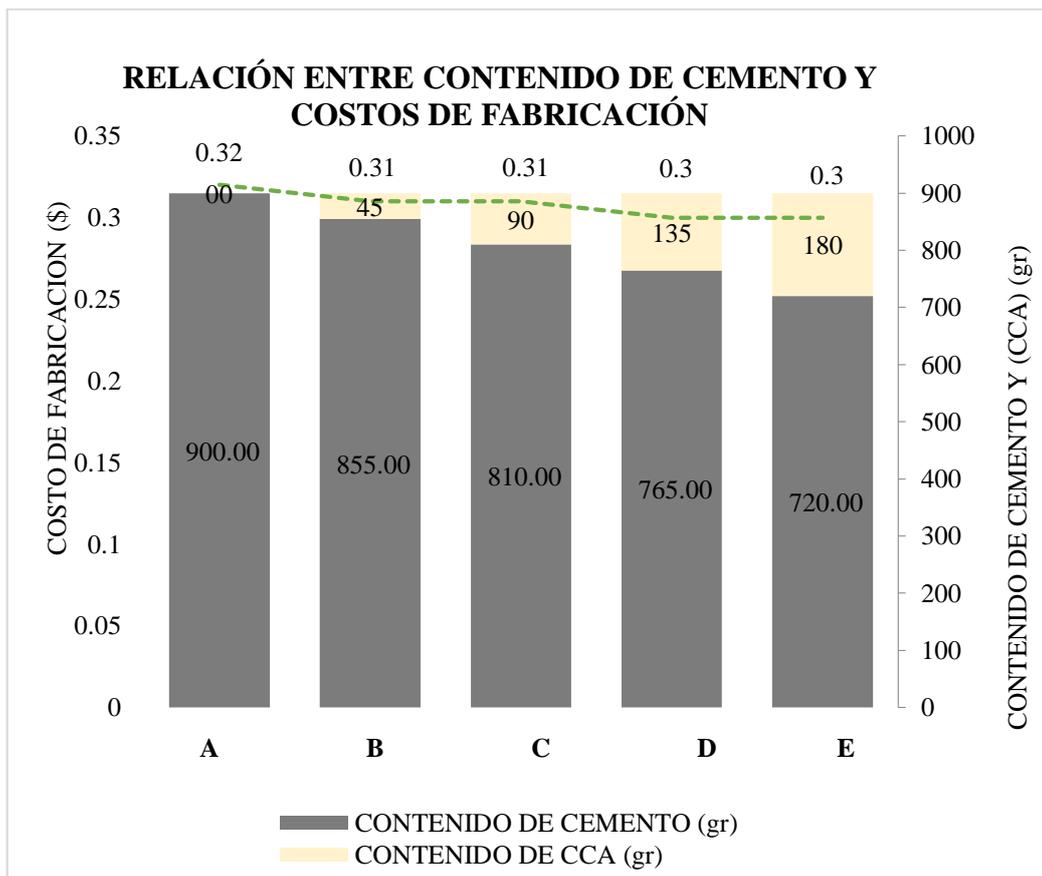
**Tabla 44**

*Costo de producción, contenido de cemento y contenido de (CCA) en (gr)*

<b>Bloques</b>	<b>Costo de producción (\$)</b>	<b>Contenido de cemento (gr)</b>	<b>Contenido de (CCA) (gr)</b>
A=0% (CCA)	0.32	900.0	0.0
B= 5% (CCA)	0.31	855.0	45.0
C=10% (CCA)	0.31	810.0	90.0
D=15% (CCA)	0.30	765.0	135.0
E=20% (CCA)	0.30	720.0	180.0

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Gráfica 21** se muestra la variación entre contenido de cemento y de (CCA) en peso (gramos) y del costo de fabricación en dólares, de cada bloque que se fabricó en este estudio como son: A, B, C, D, E.



**Gráfica 21.** Relación entre costo de producción y contenido de cemento  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

De acuerdo a la **Gráfica 21**, el costo de fabricación es directamente proporcional al contenido de cemento que presentan los bloques ya que los agregados pétreos se los emplea en igual cantidad, y la mano de obra es la misma sin alterar los rendimientos, existe variación en los costos de producción debido al costo por kilogramo del cemento es superior al costo por kilogramos de la ceniza de cascarilla de arroz como se encuentran en el análisis de precios unitarios de la (CCA) del Análisis de resistencia vs costo de fabricación.

A partir de la **Tabla 45** hasta la **Tabla 49** se muestran detallados los análisis de precios unitarios de los diferentes rubros que se utilizó para la fabricación de bloques huecos de hormigón con diferentes porcentajes de reemplazo de cemento por ceniza de cascarilla de arroz.

**Tabla 45**

Análisis de precios unitarios de bloques con tipo A=0% (CCA)

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				UNIDAD:	u
<b>RUBRO:</b>	BLOQUE ARTESANAL 40X20X15 cm CON 0% DE CCA				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>STO HORA (C=A</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>
Herramienta Menor (5% M.O.)					\$ 0.00
Mezcladora (10% M.O.)					\$ 0.00
Máquina de vibro-compactación (10% M.O.)					\$ 0.00
				SUBTOTAL (M)	\$ 0.00
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A×B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>
Peón	3	\$ 3.60	\$ 10.80	0.001	\$ 0.01
				SUBTOTAL (N)	\$ 0.01
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P.UNIDAD</b>	<b>COSTO</b>
Cemento		saco	0.01800	\$ 8.00	\$ 0.14
Agua		m3	0.00096	\$ 0.07	\$ 0.00
Piedra Pómez		m3	0.00704	\$ 9.50	\$ 0.07
Polvo Blanco		m3	0.00704	\$ 5.50	\$ 0.04
				SUBTOTAL (O)	\$ 0.25
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>COSTO/KM (B)</b>	<b>TARIFA ( C )</b>	<b>COSTO D=A×B×C</b>
					\$ -
				SUBTOTAL P	\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 0.26
INDIRECTOS Y UTILIZADADES% 20%					\$ 0.05
OTROS INDIRECTOS% 0%					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 0.32
VALOR OFERTADO					\$ 0.32

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**Tabla 46**

Análisis de precios unitarios de bloques con tipo B=5% (CCA)

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				UNIDAD:	u
<b>RUBRO:</b>	BLOQUE ARTESANAL 40X20X15 cm CON 5% DE CCA				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>STO HORA (C=A</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>
Herramienta Menor (5% M.O.)					\$ 0.00
Mezcladora (10% M.O.)					\$ 0.00
Máquina de vibro-compactación (10% M.O.)					\$ 0.00
				SUBTOTAL (M)	\$ 0.00
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>
Peón	3	\$ 3.60	\$ 10.80	0.001	\$ 0.01
				SUBTOTAL (N)	\$ 0.01
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P.UNIDAD</b>	<b>COSTO</b>
Cemento		saco	0.01710	\$ 8.00	\$ 0.14
Ceniza de Cascarilla de Arroz (25 kg)		funda	0.00180	\$ 1.81	\$ 0.00
Agua		m3	0.00108	\$ 0.07	\$ 0.00
Piedra Pómez		m3	0.00704	\$ 9.50	\$ 0.07
Polvo Blanco		m3	0.00704	\$ 5.50	\$ 0.04
				SUBTOTAL (O)	\$ 0.25
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>COSTO/KM (B)</b>	<b>TARIFA ( C )</b>	<b>COSTO D=A*B*C</b>
					\$ -
				SUBTOTAL P	\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 0.26
INDIRECTOS Y UTILIZADADES% 20%					\$ 0.05
OTROS INDIRECTOS% 0%					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 0.31
VALOR OFERTADO					\$ 0.31

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**Tabla 47**

Análisis de precios unitarios de bloques con tipo C=10% (CCA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				UNIDAD:	u
<b>RUBRO:</b>		BLOQUE ARTESANAL 40X20X15 cm CON 10% DE CCA			
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>STO HORA (C=A</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>
Herramienta Menor (5% M.O.)					\$ 0.00
Mezcladora (10% M.O.)					\$ 0.00
Máquina de vibro-compactación (10% M.O.)					\$ 0.00
				<b>SUBTOTAL (M)</b>	\$ 0.00
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>
Peón	3	\$ 3.60	\$ 10.80	0.001	\$ 0.01
				<b>SUBTOTAL (N)</b>	\$ 0.01
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P.UNIDAD (B)</b>	<b>COSTO C=A*B</b>
Cemento		saco	0.01620	\$ 8.00	\$ 0.13
Ceniza de Cascarilla de Arroz (25 kg)		funda	0.00360	\$ 1.81	\$ 0.01
Agua		m3	0.00120	\$ 0.07	\$ 0.00
Piedra Pómez		m3	0.00704	\$ 9.50	\$ 0.07
Polvo Blanco		m3	0.00704	\$ 5.50	\$ 0.04
				<b>SUBTOTAL (O)</b>	\$ 0.24
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>COSTO/KM (B)</b>	<b>TARIFA ( C )</b>	<b>COSTO D=A*B*C</b>
					\$ -
				<b>SUBTOTAL P</b>	\$ -
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					\$ 0.26
<b>INDIRECTOS Y UTILIZADADES%</b>					20%
<b>OTROS INDIRECTOS%</b>					0%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					\$ 0.31
<b>VALOR OFERTADO</b>					\$ 0.31

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**Tabla 48**

Análisis de precios unitarios de bloques con tipo D=15% (CCA)

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				UNIDAD:	u
<b>RUBRO:</b>	BLOQUE ARTESANAL 40X20X15 cm			CON 15% DE CCA	
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO HORA (C=A×B)</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C×R)</b>
Herramienta Menor (5% M.O.)					\$ 0.00
Mezcladora (10% M.O.)					\$ 0.00
Máquina de vibro-compactación (10% M.O.)					\$ 0.00
				SUBTOTAL (M)	\$ 0.00
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA (C=A×B)</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C×R)</b>
Peón	3	\$ 3.60	\$ 10.80	0.0010	\$ 0.01
				SUBTOTAL (N)	\$ 0.01
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P.UNIDAD (B)</b>	<b>COSTO (C=A×B)</b>
Cemento		saco	0.01530	\$ 8.00	\$ 0.12
Ceniza de Cascarilla de Arroz (25 kg)		funda	0.00540	\$ 1.81	\$ 0.01
Agua		m3	0.00132	\$ 0.07	\$ 0.00
Piedra Pómez		m3	0.00704	\$ 9.50	\$ 0.07
Polvo Blanco		m3	0.00704	\$ 5.50	\$ 0.04
				SUBTOTAL (O)	\$ 0.24
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>COSTO/KM (B)</b>	<b>TARIFA (C)</b>	<b>COSTO (D=A×B×C)</b>
					\$ -
				SUBTOTAL P	\$ -
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 0.25
				INDIRECTOS Y UTILIZADADES%	20%
					\$ 0.05
				OTROS INDIRECTOS%	0%
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 0.30
				VALOR OFERTADO	\$ 0.30

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**Tabla 49**

Análisis de precios unitarios de bloques con tipo E=20% (CCA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				UNIDAD:	u
<b>RUBRO:</b>	BLOQUE ARTESANAL 40X20X15 cm CON 20% DE CCA				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A×B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C×R)</b>
Herramienta Menor (5% M.O.)					\$ 0.00
Mezcladora (10% M.O.)					\$ 0.00
Máquina de vibro-compactación (10% M.O.)					\$ 0.00
				SUBTOTAL (M)	\$ 0.00
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA C=A×B</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C×R)</b>
Peón	3	\$ 3.60	\$ 10.80	0.0010	\$ 0.01
				SUBTOTAL (N)	\$ 0.01
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P.UNIDAD</b>	<b>COSTO</b>
Cemento		saco	0.01440	\$ 8.00	\$ 0.12
Ceniza de Cascarilla de Arroz (25 kg)		funda	0.00720	\$ 1.81	\$ 0.01
Agua		m3	0.00144	\$ 0.07	\$ 0.00
Piedra Pómez		m3	0.00704	\$ 9.50	\$ 0.07
Polvo Blanco		m3	0.00704	\$ 5.50	\$ 0.04
				SUBTOTAL (O)	\$ 0.23
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>COSTO/KM (B)</b>	<b>TARIFA ( C )</b>	<b>COSTO D=A×B×C</b>
					\$ -
				SUBTOTAL P	\$ -
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 0.25
				INDIRECTOS Y UTILIZADADES% 20%	\$ 0.05
				OTROS INDIRECTOS% 0%	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 0.30
				VALOR OFERTADO	\$ 0.30

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

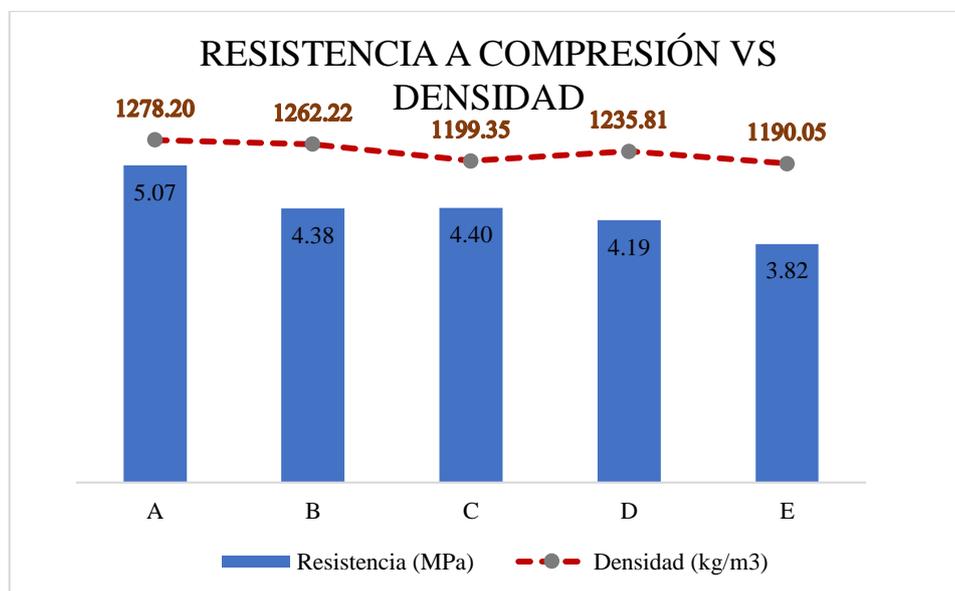
## 4.2 DISCUSIÓN

A continuación, se presenta las relaciones que existen entre las propiedades de los bloques A, B, C, D, E.

### 4.2.1 RELACIÓN ENTRE RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS Y DENSIDAD

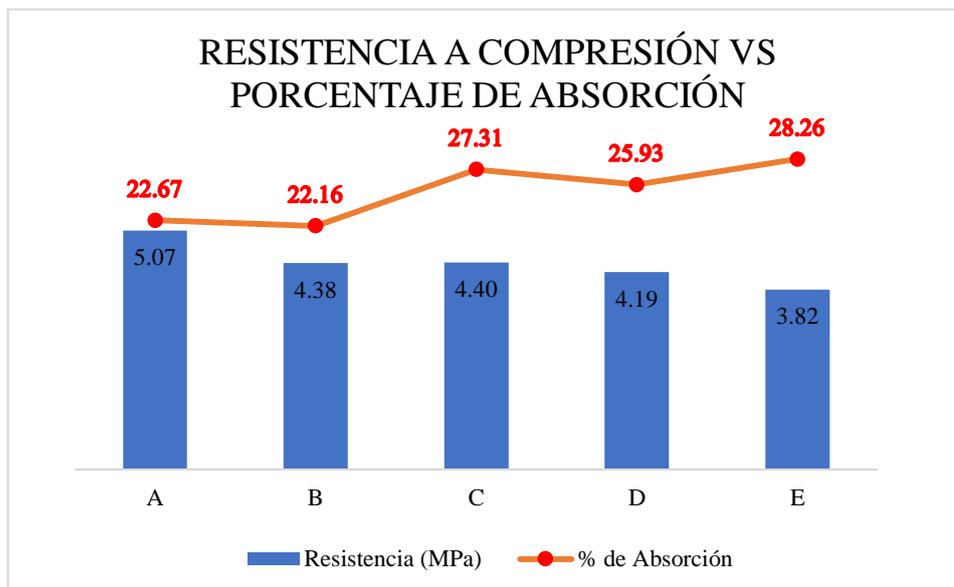
La densidad de los bloques huecos fabricados con reemplazo de ceniza de cascarilla de arroz es menor a 2000 kg/cm<sup>2</sup> siendo un límite determinado por NTE INEN 3066, esto se la porque se encuentran fabricados con material ligero como es la piedra pómez y el polvo blanco.

En la **Gráfica 22** se muestra que la relación entre la resistencia a compresión y la densidad es directamente proporcional, es decir disminuye tanto la resistencia como la densidad de los bloques A, B, C, D, E a medida que aumenta la cantidad de ceniza de cascarilla de arroz.



**Gráfica 22.** Relación entre resistencia a compresión y densidad  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

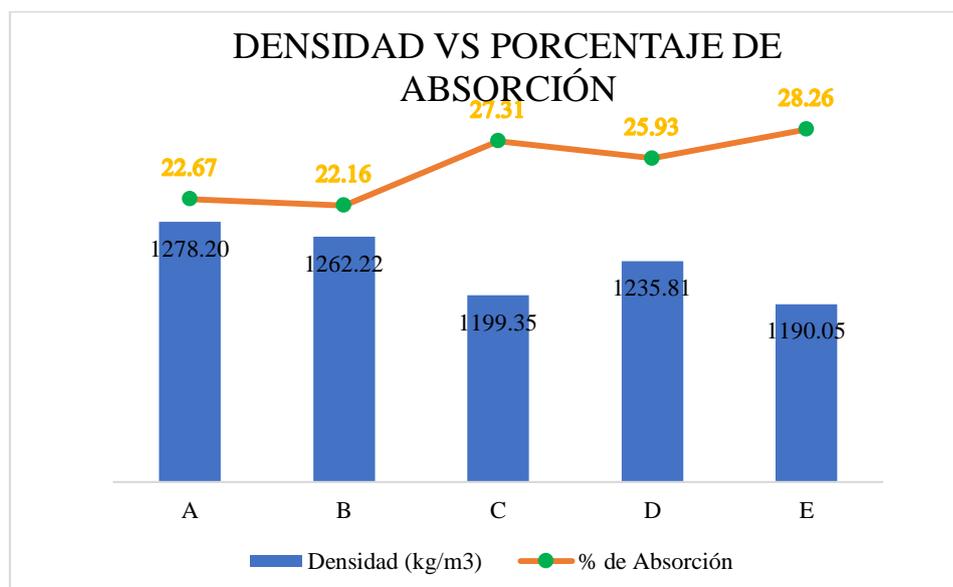
En la **Gráfica 23** se muestra que la relación entre la resistencia a compresión y el porcentaje de absorción es inversamente proporcional a medida que aumenta la cantidad de ceniza de cascarilla de arroz. Es decir, que a medida que disminuye la resistencia a compresión aumenta el porcentaje de absorción de los bloques A, B, C, D, E.



**Gráfica 23.** Relación entre resistencia a compresión y porcentaje de absorción

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

En la **Gráfica 24** se muestra que la relación entre la densidad y el porcentaje de absorción es inversamente proporcional a medida que aumenta la cantidad de ceniza de cascarilla de arroz. Es decir, a medida que disminuye la densidad, aumenta el porcentaje de absorción de los bloques A, B, C, D, E.



**Gráfica 24.** Relación entre porcentaje de absorción y densidad

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

#### 4.2.2 ANÁLISIS DE COSTO DE FABRICACIÓN VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN

En la **Tabla 50** muestra que la disminución de los costos de fabricación varía linealmente ya que el reemplazo de la cantidad de cemento por ceniza de cascarilla de arroz es lineal, como resultado se obtiene que los bloques con (CCA) tienen menor costo que los bloques fabricados sin reemplazo, esto es debido que la producción de ceniza de cascarilla de arroz tiene menor costo que la producción de cemento IP utilizado para la fabricación de los bloques A, B, C, D, E.

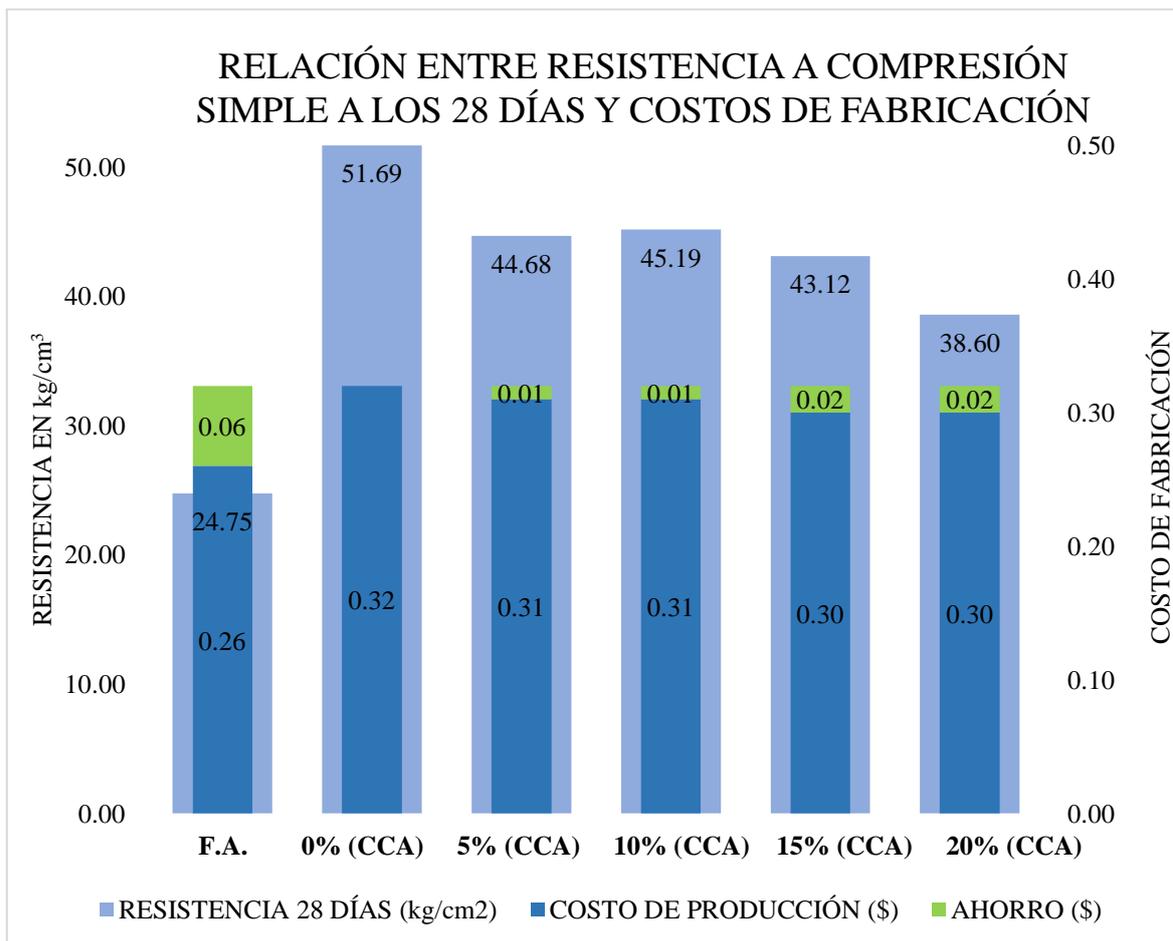
**Tabla 50**

*Resistencia a los 28 días y costos de construcción*

Bloques	Resistencia a los 28 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	Costo de producción (\$)	Ahorro (\$)
F. A	39.75	0.26	0.06
A=0% (CCA)	51.69	0.32	0.00
B= 5% (CCA)	44.68	0.31	0.01
C=10% (CCA)	45.19	0.31	0.01
D=15% (CCA)	43.12	0.30	0.02
E=20% (CCA)	38.60	0.30	0.02

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

Al realizar el análisis de costos de fabricación de los bloques, según la **Gráfica 25** muestra que la reducción de la resistencia a los 28 días es decreciente a medida que se incrementa el porcentaje de (CCA), de la misma manera el costo unitario de cada bloque disminuye a mayor contenido de (CCA).



**Gráfica 25** Relación entre resistencia y costos de producción  
Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

**Tabla 51***Resumen de propiedades de los bloques fabricados en el estudio*

<b>Tipo de bloque</b>	<b>Resistencia promedio a los 28 días (MPa)</b>	<b>Costo directo (\$)</b>	<b>Cambio en el costo (%)</b>	<b>Cambio en la resistencia (%)</b>	<b>Influencia del cemento en el costo %</b>	<b>Comentario</b>
Bloque patrón	5.07	0.32	--	--	53%	Es el bloque utilizado de referencia para comparar el costo de los demás bloques. El cual cumple con la resistencia para clase B y se encuentra dentro de esta clasificación.
Bloque 5% (CCA)	4.38	0.31	-3.12%	14%	53%	Al reemplazar el 5% en peso del cemento por (CCA), la resistencia disminuye el 14% sin embargo sigue clasificando como clase B. Con una disminución de costo de 3.12%
Bloque 10% (CCA)	4.43	0.31	-3.12%	13%	50%	Al reemplazar el 10% en peso del cemento por (CCA), la resistencia disminuye el 13%, el cual sigue clasificando como clase B. Con una disminución de costo de 3.12%
Bloque 15% (CCA)	4.23	0.30	-6.25%	18%	48%	Al reemplazar el 15% en peso del cemento por (CCA), la resistencia disminuye el 18% sigue dentro del rango para clasificar como clase B. Con una disminución de costo de 6.25%
Bloque 20% (CCA)	3.78	0.30	-6.25%	25%	48%	Al reemplazar el 20% en peso del cemento por (CCA), la resistencia disminuye el 25%, el cual NO cumple con la mínima resistencia para ser un bloque clase B, disminuyendo en un 6.25% en costo de fabricación.

Elaborado por: Aigaje y Chalco (2021)

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- El cemento puzolánico Armaduro tipo IP de alta resistencia inicial utilizado para la fabricación de los bloques huecos de hormigón, cumple con los requisitos físicos según la norma NTE INEN 490.
- Basados en los ensayos realizados en laboratorio se determinó las propiedades físico-mecánicas del cemento, las cuales son: densidad real =  $2704.3 \text{ kg/m}^3$ , consistencia = 28%, densidad aparente suelta=  $845.64 \text{ kg/m}^3$ , densidad aparente compactada=  $1207.92 \text{ kg/m}^3$  y el tiempo de fraguado = 184 min.
- La curva granulométrica de los agregados que intervinieron en la fabricación de los bloques huecos de hormigón como son: piedra pómez y polvo blanco no se encuentran dentro de los límites descritos en la norma ASTM C 330.
- Los bloques huecos de hormigón de fabricación artesanal están limitados por la calidad del material utilizado en su fabricación, además en este estudio el tiempo de fraguado se vio afectado por la inclusión de la ceniza de cascarilla de arroz, ya que este ralentizo el proceso, por este motivo tomó más tiempo para que inicie y termine el fraguado.
- La adquisición de resistencia a compresión de los bloques huecos de hormigón se ve afectada, ya que toma más tiempo en adquirir la resistencia de diseño, esto se puede comprobar en el presente estudio al analizar la resistencia que tiene el bloque patrón o bloque A=0% de CCA a los 7 días, en comparación al bloque E=20% CCA a los 28 días, dichas resistencias son cercanas, por lo tanto se podría decir que el bloque E ha llegado a su resistencia de diseño a los 28 días, debido a que la curva de desarrollo de resistencia es creciente.
- Se puede observar que dependiendo del porcentaje de (CCA) que ha sido reemplazado en la dosificación del bloque A, incrementa el tiempo para que adquiera la resistencia de diseño de los bloques B, C, D, E respecto al bloque A, siendo a los 14 y 28 días.

- La clasificación de los bloques de acuerdo a su resistencia al ensayo de compresión simple se realizó según la norma NTE INEN 3066, misma que los clasifican de la siguiente manera: los bloques A=0% CCA, B=5% CCA, C=10% CCA y D=15% CCA son clase B ya que sus resistencias promedio a compresión simple a la edad de 28 días superan los 4 MPa, y los bloques tipo E=20% CCA son clase C ya que su resistencia es menor a los 4 MPa como se muestra en resumen en la **Tabla 22**.
- La **Tabla 32** presenta la cantidad de material utilizado para la fabricación de bloques huecos de hormigón con los diferentes porcentajes de reemplazo en peso del cemento por CCA, la cantidad de agua utilizada incrementa de acuerdo al contenido de CCA, este incremento se puede justificar por la relación agua cemento de la **Tabla 21**, con lo cual se determinaría la proporcionalidad de agua necesaria para que la mezcla no se segregue durante la vibro-compactación y el traslado de las unidades.
- La clasificación según la norma NTE INEN 3066 para bloques huecos de hormigón de acuerdo a la densidad y la absorción son solo para bloques clase A, al no existir una clasificación para bloques clase B, se procedió a clasificarlos considerándolos como bloques clase A, los cuales se clasifican como livianos debido a sus bajas densidades ya que no superan los 1680 kg/m<sup>3</sup>, como se muestra en la **Tabla 29**
- La **Tabla 30** contiene los porcentajes de Absorción de los bloques huecos de hormigón, clasificados según la norma NTE INEN 3066 como livianos, ya que en su mayoría superan los 320 kg/m<sup>3</sup>, límite máximo de absorción por bloque para clasificarlo como liviano.
- Al utilizar distintas cantidades de reemplazo de (CCA), la absorción de los bloques es directamente proporcional al contenido de (CCA) como se muestra en la **Gráfica 17**, los bloques A=0% (CCA) tiene un 23% de absorción en comparación con el bloque E=20% (CCA) tiene un 28% de absorción.
- La **Gráfica 20** muestra el peso de los bloques huecos de hormigón a la edad de 28 días, la cual presenta una disminución de peso a mayor contenido de CCA. La reducción del peso promedio a los 28 días del bloque C respecto al

bloque A es del 11%, como se muestra en la **Tabla 34**, debido a la reducción de la cantidad de cemento.

- Se considerará a la dosificación del bloque hueco de hormigón con el 10% de reemplazo en peso del cemento por CCA, ya que presenta mejores beneficios como son: adquiere mayor resistencia a la de diseño a los 28 días como se muestra en la **Tabla 27**, reducción del peso en 11% respecto al bloque A, como se muestra en la **Tabla 34**, reducción en costo de fabricación del 3%, como se muestra en la **Tabla 51**.
- Al industrializar la producción de la ceniza de cascarilla de arroz, los costos de producción resultarían similares que los obtenidos en este estudio, como se demuestra en los análisis de precios unitarios de la **Tabla 37** hasta la **Tabla 42**.
- La fabricación de bloques con reemplazo en peso del cemento por ceniza de cascarilla de arroz, resulta de menor costo comparado con los bloques con 100% de cemento, ya que la curva de costos de producción Vs contenido de (CCA) es inversamente proporcional al porcentaje de reemplazo, como se muestra en la **Gráfica 21**.
- Al analizar los datos de densidad vs absorción, se nota que la densidad es inversamente proporcional a la absorción, en la **Gráfica 24** se observa claramente que a medida que va disminuyendo la densidad, la absorción va en aumentando.

### 5.3 RECOMENDACIONES

- La dosificación proporcionada por los artesanos para la elaboración de bloques huecos debe considerar varios aspectos, por ejemplo: los costos de fabricación, la resistencia, etc. los cuales son afectados directamente por el porcentaje de reemplazo en peso del cemento por CCA, basado en este estudio se recomienda que sea un 10% de reemplazo en peso de cemento por CCA, ya que presenta mayores beneficios en comparación a los demás porcentajes de reemplazo.
- Para la fabricación artesanal de bloques huecos de hormigón con inclusión de CCA, se recomienda que se cambien la forma de medir las cantidades de CCA, ya que en la construcción se consideran medidas volumétricas, ya sea estos de diferentes capacidades, por ejemplo, el agregado se mide por palas, el cemento en baldes de 20 litros de capacidad o comúnmente conocido como canecas, de esta misma manera se debe proporcionar una medida en contenedores que los obreros entiendan fácilmente la relación de 10% de reemplazo de cemento por (CCA).
- La cantidad de agua utilizada en la fabricación de bloques huecos de hormigón es variable, ya que depende del contenido de humedad de los agregados tanto el grueso como el fino, además en el estudio se determinó que es directamente proporcional al porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz, a mayor contenido de (CCA) mayor cantidad de agua interviene ya que se debe llegar a la consistencia óptima para que el bloque adquiera sus características como: dimensiones, resistencia y que no se vea afectado por el exceso de agua.
- Al momento de realizar la calcinación de la cascarilla de arroz en horno de leña, lo más aconsejable es colocar solamente durante entre 5 y 10 minutos, ya que solo se desea que evite la emisión de humo y gases tóxicos dentro del laboratorio, y la capa de cascarilla de arroz no debe ser muy gruesa para así poder calcinarla durante 3 horas en la mufla hasta que tome un color blanquecino, si se deja más tiempo del necesario esta tomará un color negro brillante y se dificultará el proceso de calcinación en la mufla ya que tomará más tiempo del estimado evitando su rápido cambio de color.

- Al momento de la calcinación en las muflas se colocará no más de 100 gramos para obtener dentro de las 3 horas una ceniza blanquecina.
- En la fabricación de los bloques lo más recomendable es colocar las proporciones correctas de materiales y comenzar la mezcla, luego colocar poco a poco de la mezcla homogénea de CCA y cemento para que se incorpore de una mejor manera y así sea representativo el estudio realizado.
- Evitar comprar la cascarilla de arroz molida, ya que el costo es elevado, además puede estar mezclado con otro material, y alterar la composición final de la ceniza de cascarilla de arroz, y por lo cual el costo de producción aumentaría.
- Al realizar los ensayos de compresión simple es importante tener hecho el refrentado, ya que los bloques no son regulares en la base y las placas de la máquina no tendría contacto continuo, razón por la cual la carga de rotura puede aparecer más rápido de lo esperado.
- El proceso de curado debe ser controlado, además de evitar la exposición directa al sol durante las primeras horas del día. Al ser una investigación se debe considerar el método utilizado por los trabajadores en la bloquera artesanal, para que así sea representativa de la realidad.

## REFERENCIAS

- (NEC/ESPAC). (2013). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2013 Dirección responsable de la información estadística y contenidos: DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES Realizadores.*
- (NEC/ESPAC). (2019). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2018.*
- Abu Bakar, B. H., Putrajaya, R. & Abdulaziz, H. (2012). Malaysian Rice Husk Ash – Improving the Durability and Corrosion Resistance of Concrete : Pre-review. *Concrete Research Letters*, 1(1), 6–13.
- Allauca; Amen; Lung. (2012). Uso de Sílice en hormigones de Alto Desempeño . *Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Facultad de Ingeniería En Ciencias de La Tierra*, (1), 1–8.
- Arrieta, J. (2010). Fabricacion de bloques de concreto. *INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO*, (94), 67. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsade/e/fulltext/uni/proy8.pdf>
- ASTM . (2015). *ASTM C127. Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate - ASTM Subcommittee C09.20.* Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM. (2009). *ASTM C188. Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement.* Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM. (2011). *ASTM C305. Standard Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency.* Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM. (2013). *ASTM C138. Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric).* Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.

- ASTM. (2015). *ASTM C128. Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate*. Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM. (2016). *ASTM C183. Standard Practice for Sampling and the Amount of Testing of Hydraulic Cement*. Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM. (2016). *ASTM C187. Standard Test Method for Amount of Water Required for Normal Consistency of Hydraulic Cement Paste*. Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM. (2017). *ASTM C29. Standard Test Method for Bulk Density (“ Unit Weight ”) and Voids in Aggregate*. Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM. (2017). *ASTM C330. Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete* . Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM. (2019). *ASTM C136. Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates* . Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM. (2019). *ASTM C191. Standard Test Methods for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle*. Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM. (2019). *ASTM C566. Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*. Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM. (2020). *ASTM C131. Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine* . Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM. (2020). *ASTM C40. Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete*. Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.

- ATLASBIG. (2019). Principales países productores de arroz. Retrieved September 2, 2019, from <https://www.atlasbig.com/es-es/paises-por-produccion-de-arroz>
- Baquerizo, J. (2011). *La Producción de Arroz en el Ecuador, Provincia del Guayas (2009 – 2010)*. Universidad de Guayaquil.
- Barriga, P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. Paris: Tous droits réservés.
- Bastidas, P., & Ortiz, G. (2016). *Comportamiento de la ceniza de cascarilla de arroz en las propiedades físico- mecánicas en mezclas de hormigón estándar*. Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Beall, C. (2012). *MASONRY DESIGN AND DETAILING for Architects and Contractors* (Sexta; McGraw-Hill, Ed.).
- Castillo, R., & Chagas, G. (2019). Effect of Rice Husk Ash as Supplementary Cementitious Material on the Performance of Cement-Based Pastes Continuously Exposed to Organic Acid Solution (Vinasse). *Journal of Materials in Civil Engineering*, 31(7), 04019102. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0002739](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0002739)
- CERÓN, S. (2012). *Uso Eficiente de la Cascarilla del Arroz mediante la Implantación de un Sistema de Comercialización Orientado al Sector Público y Privado en el Cantón de Babahoyo*. Universidad Técnica De Babahoyo.
- Chaudhary, S., & Singh, A. P. (2018). Mix Design of Grade M35 by Replacement of Cement with Rice Husk Ash in Concrete. *International Journal of Engineering and Management Research*, 8(03). <https://doi.org/10.31033/ijemr.8.3.11>
- Contraloría General del Estado del Ecuador. (2020). Reajuste de precios salarios mínimos por ley. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 2020, 2. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Corporación Financiera Nacional. (2018). *Cultivo de Arroz- Molienda o Pilado de arroz*. Quito.

- Duarte, A., & Martínez, S. (2011). *Manual práctico de control de costos en obras civiles, aplicado a construcciones de edificaciones enfoque básico para el Ingeniero*. Universidad Católica Andrés Bello.
- Echeverría, A., & López, O. (2010). *Caracterización Energética de la cascarilla de arroz para su aplicación en la generación de Energía Termoeléctrica*. Escuela Politécnica Nacional.
- El-Dakrouy, A., & Gasser, M. S. (2008). Rice husk ash (RHA) as cement admixture for immobilization of liquid radioactive waste at different temperatures. *Journal of Nuclear Materials*, 381(3), 271–277. <https://doi.org/10.1016/j.jnucmat.2008.08.026>
- FAO. (2013). Vietnam generará electricidad a partir del arroz. Retrieved from Agronoticias: Agriculture News from Latin America and the Caribbean website: <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/512901/>
- FAO. (2018). Seguimiento del mercado del arroz de la FAO. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura*, XXI, 10. Retrieved from [www.fao.org/economic/RMM/es](http://www.fao.org/economic/RMM/es)
- Fapohunda, C., Akinbile, B., & Shittu, A. (2017). Structure and properties of mortar and concrete with rice husk ash as partial replacement of ordinary Portland cement – A review. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(2), 675–692. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2017.07.004>
- Fullana, C., & Paredes, J. L. (2008). *Manual de Contabilidad de Costes* (F. Garcia, Ed.). Las Rozas Madrid: DELTA.
- Galabru, P. (2004). *Obras de fabricación y metálicos* (Editorial; M. Velázquez, Ed.). España.
- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería Estructural* (Tercera Ed). Peru: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica.
- Ganesan, K., Rajagopal, K., & Thangavel, K. (2008). Rice husk ash blended cement: Assessment of optimal level of replacement for strength and permeability

- properties of concrete. *Construction and Building Materials*, 22(8), 1675–1683.  
<https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2007.06.011>
- García, J. R., García, F., & Saraví, N. (2015). *Sostener - Cerrar - Construir Introducción a la materialidad arquitectónica* (primera). Buenos Aires: La Plata : Universidad Nacional de La Plata.
- Ghagas, G., Dias, R., & De Moraes, E. (2009). Use of ultrafine rice husk ash with high-carbon content as pozzolan in high performance concrete. *Materials and Structures*, 42(7), 983–992. <https://doi.org/10.1617/s11527-008-9437-z>
- Habeeb, G. A., & Mahmud, H. Bin. (2010). Study on properties of rice husk ash and its use as cement replacement material. *Materials Research*, 13(2), 185–190. <https://doi.org/10.1590/S1516-14392010000200011>
- Kosmatka, S. H. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*. Portland Cement Association.
- Lagua, A. (2015). *Los costos de producción y su incidencia en la rentabilidad en la fabrica prefabricados y construcciones en el cantón Ambato*. Universidad Técnica de Ambato.
- Muthadhi, A., & Kothandaraman, S. (2013). Experimental Investigations of Performance Characteristics of Rice Husk Ash–Blended Concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 25(8), 1115–1118. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0000656](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000656)
- NTE INEN 1108. (2014). Agua Potable. Requisitos. Nte Inen 1108. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1108(5), 1–10. Retrieved from <https://bibliotecapromocion.msp.gob.ec/greenstone/collect/promocin/index/assoc/HASH01a4.dir/doc.pdf%0Ahttp://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1108-5.pdf>
- NTE INEN 3066. (2016). *Bloques de Hormigón. Requisitos y Métodos de Ensayo. Norma Técnica Ecuatoriana*.
- NTE INEN 490. (2011). Cementos hidráulicos compuestos. Requisitos. *Instituto*

*Ecuatoriano de Normalización.*

- NTE INEN 696. (2011). Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso. *Determinacion Del Tamaño de Particulas En Arido Fino y Grueso.*, 1(Primera Edición), 5.
- NTE INEN 855. (2010). Áridos. Determinación de las impurezas orgánicas en el árido fino para hormigón. *Intituto Ecuatoriano de Normalizacion*, 15. Retrieved from [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO\\_2014/JSI/nte\\_inen\\_iso\\_26000\\_extracto.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO_2014/JSI/nte_inen_iso_26000_extracto.pdf)
- NTE INEN 856. (2014). Áridos. Determinacion de la Densidad, Densidad relativa (Gravedad específica) y Absorción del Árido Fino. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1–12. <https://doi.org/10.17226/18725>
- NTE INEN 857. (2010). Áridos. Determinación de la Densidad Relativa(Gravedad Especifica) y Absorción del Arido Grueso. *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*, 1(Primera Edición), 1–14. Retrieved from <http://apps.normalizacion.gob.ec>
- NTE INEN 858. (2010). Determinación de la masa unitaria (Peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos. *Annual Book of ASTM Standards*, 1(Primera Edición), 5. Retrieved from file:///C:/Users/braya/Desktop/858.pdf
- NTE INEN 861. (2011). Áridos. Determinación del valor de la degradación del árido grueso de partículas mayores a 19 mm mediante el uso de la máquina de los ángeles. *Intituto Ecuatoriano de Normalizacion*, 1–8.
- NTE INEN 872. (2011). Áridos Para Hormigón. Requisitos. *Intituto Ecuatoriano de Normalizacion*, 16. Retrieved from <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/872-1.pdf>
- Pineda, J., & Sinchi, X. (2012). *Manual para el cálculo de precios unitarios en instalaciones eléctricas residenciales*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Pode, R. (2016). Potential applications of rice husk ash waste from rice husk

- biomass power plant. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 1468–1485. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2015.09.051>
- Poveda, D. (2016). *Estudios Complementarios para el detalla de ingenieria de las linea "Roldos -Ofelia"* (p. 15). p. 15. Quito: EPMMOP.
- Rubén, M., & Cañizares, F. (2011). *Agregado Alternativo para Fabricación de bloques y Adoquines en base a Polítilen Tereftalato*. Escuela Politécnica Nacional.
- Sánchez, C. (2017). *Optimización de los residuos de Cascarilla de Arroz Mediante Pretratamiento por Hidrólisis Ácida para la Obtención de Azúcares reductores*. Universidad De Cuenca, Cuenca.
- Sánchez, J. (1983). *La Escuela de Chicago o Arquitectura Versus Estructuras*.
- Santacruz, W., & Velasteguí, E. (2018). *Determinación de dosificación para elaborar bloques huecos de hormigón que cumplan con la actual norma INEN 3066*. Quito, 2018.
- Singh, B. (2018). Rice husk ash. In R. Siddique & P. Cachim (Eds.), *Waste and Supplementary Cementitious Materials in Concrete* (pp. 417–460). <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102156-9.00013-4>
- Sinisterra Valencia, G., & Polanco, L. E. (2007). *Contabilidad administrativa* (ECOFE). Bogotá.
- Swami, A. ., & Robert, R. (2017). Indian Rice Husk Ash – Improving the Mechanical Properties of Concrete: A Review. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 07(01), 76–79. <https://doi.org/10.9790/9622-0701017679>
- Tobar, E. M., & Quijije, K. D. (2017). *Estudio de factibilidad en la implementación de una empresa de reciclaje a base de cáscara de arroz en el cantón Daule, provincia del Guayas, con el fin de abastecer a plantas industriales de paneles solares*. Universidad de Guayaquil.

- Valverde, A., Sarria, B., & Monteagudo, J. (2007). Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de la cascarilla de arroz. *Scientia et Technica*, (37), 6.
- Velásquez, A. (2016). *Análisis económico, social y político de la cadena agroalimentaria del arroz en el Ecuador, periodo 2005-2014*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Videla, C., & López, M. (2001). *Efecto de la resistencia intrínseca del árido ligero en la resistencia a compresión y rigidez del hormigón ligero*. Chile.
- Wan, F., & Abu, B. (2011). *Properties of concrete block containing rice husk ash* **PROPERTIES OF CONCRETE BLOCK CONTAINING RICE HUSK ASH SUBJECTED TO GIRHA**. Retrieved from [www.arpapress.com/Volumes/Vol8Issue1/IJRRAS\\_8\\_1\\_08.pdf](http://www.arpapress.com/Volumes/Vol8Issue1/IJRRAS_8_1_08.pdf)

## **ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**Contenido de SiO<sub>2</sub> en la CCA.**



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA**

Resultados de Análisis

Solicitante: Srta. Rita Chalco / Ing. Julianny La Torre

Referencia: RM-10049

Fecha: 18/12/2020

Muestras recibidas: Una muestra sólida denominada:

Muestra 1: Ceniza de cascarilla de arroz (Código registrado según cliente)

Resultados Análisis Fluorescencia de Rayos X

El análisis químico de la muestra se determinó en el equipo de Fluorescencia de rayos X S8 Tiger, con el programa Spectra Pluss. A continuación se detallan los resultados obtenidos del análisis:

Elemento	Muestra 1	Óxidos	Muestra 1
	Contenido (%)		Contenido (%)
Si	42,61	SiO <sub>2</sub>	91,16
K	2,63	K <sub>2</sub> O	3,17
Ca	0,43	CaO	0,60
P	0,41	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,94
Mg	0,35	MgO	0,59
Fe	0,18	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,25
Al	0,17	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,32
Na	0,10	Na <sub>2</sub> O	0,14
Mn	0,09	MnO	0,12
Ti	0,02	TiO <sub>2</sub>	0,03
Zn	0,01	ZnO	0,02
Cl	0,32		
S	0,12		

**Nota: La muestra fue analizada mediante pastilla prensada, por lo cual los resultados son semi-cuantitativos.**

**A solicitud del cliente los resultados se expresan como óxidos, mediante cálculo estequiométrico a partir del análisis elemental (FRX).**

  
Ing. Ernesto de la Torre  
Jefe de Departamento



  
Evelyn Criollo  
Jefa de Laboratorio

  
Ing. Kleber Collantes  
Responsable

## **ANEXO 2**

**Ficha técnica de cemento Armaduro tipo IP.**

# FICHA TÉCNICA ARMADURO

## DENOMINACIÓN

- ARMADURO es un Cemento Portland Puzolánico Tipo IP, diseñado para la elaboración de toda clase de prefabricados de hormigón.
- Cumple con los requerimientos de la norma NTE INEN 490 (Norma Técnica Ecuatoriana) y ASTM C 595.
- La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad.
- Cuenta con Certificado de Conformidad con Sello de Calidad INEN.
- Posee Licencia Ambiental.

## APLICACIONES

Con este producto se pueden elaborar hormigones para la construcción de:

- Postes
- Bordillos
- Otros prefabricados
- Adoquines
- Viguetas
- Bloques
- Tubos

## PRECAUCIONES

### Almacenamiento

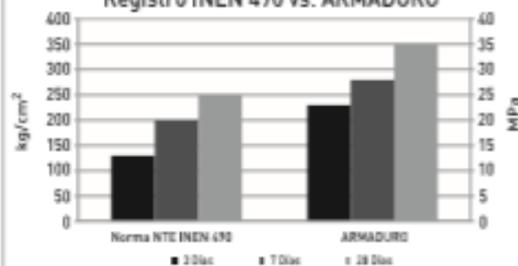
- Adquirir el cemento en distribuidores autorizados.
- Evitar contacto directo con el suelo.
- Evitar contacto con las paredes perimetrales de la bodega.
- En ambientes húmedos asegurar una ventilación adecuada.
- No exceder los 60 días de almacenamiento.

### Para aplicación

- Emplear dosificaciones de hormigón diseñadas en un laboratorio calificado.
- Corregir periódicamente las mezclas para mantener constantes la relación agua/cemento
- Iniciar el curado lo más pronto posible y evitar desecación.

## REQUISITOS MECÁNICOS

Registro INEN 490 vs. ARMADURO



## REQUISITOS QUÍMICOS

PARÁMETRO	INEN 490	ARMADURO
Pérdida por calcinación	≤ 5%	1,4%
Magnesio (MgO)	≤ 6%	2,3%
Sulfatos (SO <sub>3</sub> )	≤ 4%	2,4%

## REQUISITOS FÍSICOS

PARÁMETRO	INEN 490	ARMADURO
Fraguado inicial	≥ 45 < 420 min	120 min
Expansión	≤ 0,8%	0,84%
Contenido del aire	≤ 12%	4,50%

## USO

ARMADURO es un cemento diseñado para la elaboración de prefabricados de hormigón.

## CARACTERÍSTICAS

### Resistencias

- Permite elaborar elementos prefabricados en menor tiempo por su alta resistencia inicial.
- Por su composición permite optimizar la productividad.
- En condiciones normales se puede obtener resistencias a la compresión a los 28 días entre 50 y 60 MPa.
- Permite elaborar hormigones estructurales para aplicaciones especiales.

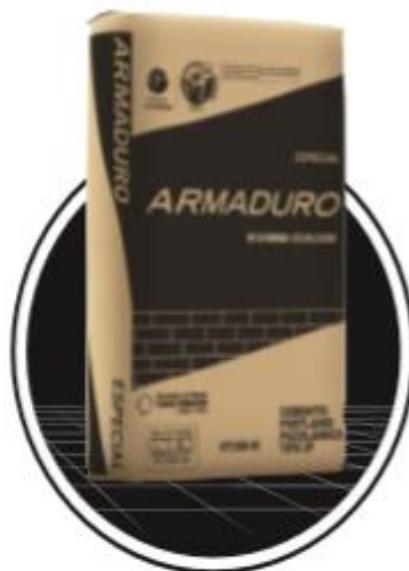
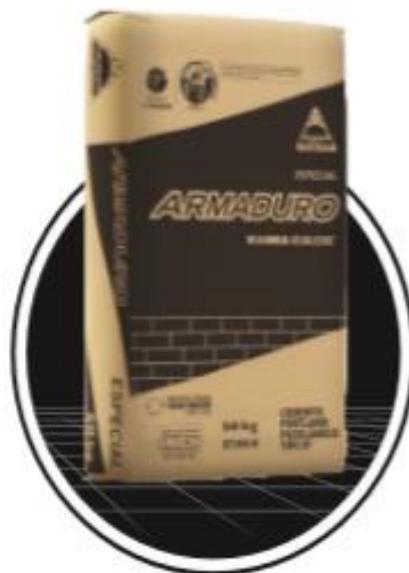
### Calor de hidratación

Desprende menos calor de hidratación que los cementos puros, permitiendo manejar grandes masas de hormigón.

### Presentación

Sacos de 50 kg.

**DISPONIBLE TAMBIÉN EN EMPAQUE ANTI-HUMEDAD PARA LAS ZONAS HÚMEDAS**



CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CON  
**SELLO DE CALIDAD**



**UNACEM**  
CONSTRUYENDO OPORTUNIDADES  
ECUADOR

UNACEM Ecuador cuenta con las certificaciones ISO 9001, por cumplir con los más altos estándares de calidad en producción y comercialización de cemento, e ISO 14001 por cumplir con los más altos estándares en sistemas de gestión ambiental.



Este sello de Certificación Procede de la Oficina Unificada de Registro e INEN Ecuador S.A.  
Calle de Piedad, No. 111 en la Torre Arco, por favor observar y usar conforme a  
condición más clara en el texto de la placa.

Oficina principal  
Teléf.: (5932) 245 9712 / 140  
Fax: (5932) 225 6091  
Av. Amazonas y NN.UU.  
Edificio La Previsora, 4to. piso, Of. 402.  
Quito - Ecuador

Servicio al cliente  
1800 UNACEM (862 236)  
[www.unacem.com.ec](http://www.unacem.com.ec)

### **ANEXO 3**

**Tiempo de Fraguado del cemento Armaduro tipo IP**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### CONSISTENCIA NORMAL Y TIEMPOS DE FRAGUADO

INF. No. 21-0012-I

Quito, 25 de enero de 2021

Hoja 02 de 02

#### DATOS DEL CLIENTE

Razón social: VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO  
Dirección: Ladrón De Guevara E 11-253 y Andalucía  
Teléfono: \*\*\*

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3066  
Contratante: \*\*\*  
Contratista: \*\*\*  
Fiscalizador: \*\*\*  
TIPO: CEMENTO TIPO IP CON CENIZA DE CARCARILLA DE ARROZ (CCA)  
PROCEDENCIA: ARMADURO  
FECHA DE ENSAYO: 2021-01-19  
NORMA: NTE INEN 157 / NTE INEN 158

MUESTRA	*TIFV (min)	**TFV (min)
0 % Reemplazo (patrón)	101	285
5 % Reemplazo	145	340
10 % Reemplazo	156	375
15 % Reemplazo	162	405
20 % Reemplazo	163	420

\*TIFV: TIEMPO INICIAL DE FRAGUADO VICAT

\*\*TFV: TIEMPO FINAL DE FRAGUADO VICAT

ING. PAUL ZUNIGA M.  
JEFE DE LABORATORIO (E)



Archivo: TF-21-001-I.xls

Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

## **ANEXO 4**

**Consistencia del cemento Armaduro tipo IP**



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



**CONSISTENCIA NORMAL Y TIEMPOS DE FRAGUADO**

INF. No. 21-0012-I

Hoja 01 de 02

**DATOS DEL CLIENTE**

Razón social: VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO  
Dirección: Ladrón De Guevara E 11-253 y Andalucía  
Teléfono: \*\*\*

**DATOS DEL PROYECTO**

Proyecto: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3066  
Contratante: \*\*\*  
Contratista: \*\*\*  
Fiscalizador: \*\*\*  
TIPO: CEMENTO TIPO IP CON CENIZA DE CARCARILLA DE ARROZ (CCA)  
PROCEDENCIA: ARMADURO  
FECHA DE ENSAYO: 2021-01-19  
NORMA: NTE INEN 157 / NTE INEN 158

CONDICIONES DEL ENSAYO	
TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (%)
18	55

CONSISTENCIA NORMAL				
MUESTRA	PESO CEMENTO (g)	PESO DEL AGUA (g)	TEMPERATURA DE AGUA DE MEZCLADO (°C)	CONSISTENCIA (%)
0 % Reemplazo (patrón)	500,0	140,0	21,0	28,0
5 % Reemplazo	500,0	156,5	21,0	31,5
10 % Reemplazo	500,0	169,4	21,0	34,0
15 % Reemplazo	500,0	185,4	21,0	37,0
20 % Reemplazo	500,0	203,6	21,0	40,5

Observaciones: La consistencia normal corresponde a una penetración de  $10 \pm 1$  mm.

ING. PAUL ZÚÑIGA M.  
JEFE DE LABORATORIO (E)



Archivo: TF-21-001-I.xls

Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

## **ANEXO 5**

### **Resultados De Contenido Orgánico En El Agregado Fino**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### CONTENIDO ORGÁNICO

INF. No. 20 - 0001-I  
Hoja 01 de 15

Quito, 6 de enero de 2020

**SOLICITA:** VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO

**Atención:** Vanessa Aigaje; Rita Chalco

**Dirección:** Ladrón De Guevara E11-253 Y Andalucía

**PROYECTO:** DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3086

**CONTRATISTA:** \*\*\*

**FISCALIZADOR:** \*\*\*

**MUESTRA:** AGREGADO FINO

**NORMA:** INEN 655

ENSAYO CONTENIDO ORGÁNICO	
	<b>Escala Gardner</b> 0 <input checked="" type="checkbox"/> X 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>

Observación: La procedencia es responsabilidad del cliente

Mercades Vilacis  
JEFE DE LABORATORIO



150  
ANIVERSARIO



Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

## **ANEXO 6**

### **Resultados del Análisis Granulométrico Agregado Grueso**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO

INF. No. 20 - 0001-I  
Hoja 02 de 15

Quito, 6 de enero de 2020

**SOLICITA:** VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO  
**Atención:** Vanessa Aigaje; Rita Chalco  
**Dirección:** Ladrón De Guevara E11-253 Y Andalucía  
**PROYECTO:** DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3066  
**CONTRATISTA:** \*\*\*  
**FISCALIZADOR:** \*\*\*  
**MUESTRA:** AGREGADO GRUESO  
**MINA:** \*\*\*  
**NORMA:** ASTM C136/C136M-14

PESO INICIAL (g)		10000.00	Número de Tamaño		67
TAMIZ No.	TAMAÑO ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RET. ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	21.2	0.2	0.2	99.8
3/8"	9.50	561.7	5.6	5.8	94.2
No. 4	4.75	1498.1	15.0	20.8	79.2
No. 8	2.38	2976.3	29.8	50.6	49.4
Bandeja	-	4942.1	49.4	100.0	0.0
<b>TOTAL</b>		<b>9999.4</b>	<b>M. FINURA</b>	<b>4.8</b>	

OBSERVACIONES: Los datos de procedencia de la muestra son responsabilidad del cliente.



Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

## **ANEXO 7**

### **Resultados Del Análisis Granulométrico Agregado Fino**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

INF. No. 20 - 0001-I  
Hoja 03 de 15

Quito, 8 de enero de 2020

SOLICITA: VANESSA AGAJE; RITA CHALCO

Atención: Vanessa Agaje; Rita Chalco

Dirección: Ladrón De Guevara E11-253 Y Andalucía

DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE  
ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE  
BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS  
ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3095

PROYECTO:

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

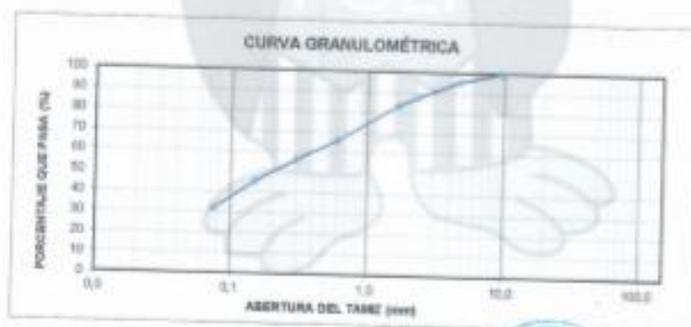
MUESTRA: AGREGADO FINO

PROCEDENCIA: \*\*\*

NORMA: INEN 698

TAMIZ No.	TAMAÑO ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3/8"	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 4	4,750	21,3	4,3	4,3	95,7
No. 8	2,360	39,9	8,0	12,2	87,8
No. 12	1,700	19,9	4,0	16,2	83,8
No. 30	0,600	89,7	17,9	34,1	65,9
No. 50	0,300	47,8	9,6	43,7	56,3
No. 100	0,150	59,2	11,9	54,7	45,3
No. 200	0,075	66,3	13,2	68,0	32,0
BANDEJA	-	190,4	32,0	100,0	0,0
TOTAL		600,8			

Observaciones: Los datos de procedencia son responsabilidad del cliente



XIMÉ MERCEDES VILLACIS  
JEFE DEL LABORATORIO



GEN-MAT-20-001-I.xlsx

Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

## **ANEXO 8**

### **Densidad Aparente Agregado Grueso**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



DENSIDAD APARENTE

INF. No. 20 - 0001-I  
Hoja 04 de 15

Quito, 6 de enero de 2020

SOLICITA: VANESSA AGUJE, RITA CHALCO  
Atención: Vanessa Aguje, Rita Chalco  
Dirección: Ladrón De Guevas E11-253 Y Andalucía  
DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE  
ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE  
BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS  
ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3096  
CONTRATISTA: \*\*\*  
FISCALIZADOR: \*\*\*  
MUESTRA: AGREGADO GRUESO  
PROCEDENCIA: \*\*\*

DENSIDAD APARENTE DE AGREGADOS (ASTM C29/C29M-17)			
PRUEBA N°	unidad	1	2
Molde N°		A	B
Diámetro Ø	cm	20,3	20,3
Altura h	cm	29,1	29,1
Peso Molde	g	4901,2	4901,2
Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	9418,4	9418,4
Peso Molde + Agregado Suelto	g	12800	12900
Peso Molde + Agregado Compactado	g	13850	13700
Peso Agregado Suelto	g	7900	7999
Peso Agregado Compactado	g	8948,8	8798,8
Densidad Aparente Suelta Beca	g/cm <sup>3</sup>	0,84	0,85
Densidad Aparente Compactada Beca	g/cm <sup>3</sup>	0,95	0,93

Densidad Suelta Promedio: 0,84 g/cm<sup>3</sup>  
Densidad Compactada Promedio: 0,94 g/cm<sup>3</sup>

OBSERVACIONES: - El muestreo y procedencia son responsabilidad del cliente

KING MERCEDES VILLACÍS  
JEFE DE LABORATORIO



Telf.: 2976300  
Ext.: 1609

**ANEXO 9**  
**Densidad Aparente Agregado Fino**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



DENSIDAD APARENTE

INF. No. 20 - 0001-I  
Hoja 00 de 15

Quito, 5 de enero de 2020

SOLICITA: VANESSA AIGAJE, RITA CHALCO

Atención: Vanessa Aigaje, Rita Chalco

Dirección: Ladrón De Guevara E11-253 Y Andalucía

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE PRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3066

CONTRATISTA: ---

FISCALIZADOR: ---

MUESTRA: AGREGADO FINO

PROCEDENCIA: ---

DENSIDAD APARENTE DE AGREGADOS (ASTM C29/C29M-17)			
PRUEBA N°	unidad	1	2
Molde N°		A	B
Diámetro Ø	cm	15,2	15,2
Altura h	cm	15,4	15,4
Peso Molde	gr	1899,4	1899,4
Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	2794,5	2794,5
Peso Molde + Agregado Suelto	gr	3602	3610
Peso Molde + Agregado Compactado	gr	4111,2	4124,8
Peso Agregado Suelto	gr	1902	1911
Peso Agregado Compactado	gr	2211,8	2225,4
Densidad Apparente Suelta Boca	gr/cm <sup>3</sup>	0,68	0,68
Densidad Apparente Compactada Seca	gr/cm <sup>3</sup>	0,79	0,80

Densidad Suelta Promedio: 0,68 gr/cm<sup>3</sup>  
Densidad Compactada Promedio: 0,79 gr/cm<sup>3</sup>

OBSERVACIONES: - El muestreo y procedencia son responsabilidad del cliente.

MERCEDÉS VILLACIS  
JEFE DE LABORATORIO



Telf.: 2976300

Ext.: 1609

**ANEXO 10**  
**Densidad Real y Aparente del Cemento**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



DENSIDAD REAL Y APARENTE DEL CEMENTO

INF. No. 20 - 0001-I  
Hoja 06 de 15

Quito, 6 de enero de 2020

SOLICITA: VANESSA AIGAJE, RITA CHALCO

Atención: VANESSA AIGAJE, RITA CHALCO

Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA

DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3026

PROYECTO:

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

MUESTRA: 0% CENIZA CASCARILLA ARROZ

NORMAS: INDICADAS

DENSIDAD REAL DEL CEMENTO (ASTM C 188-17)		
PRUEBA N°	unidad	1
Frasco N°		A
Lectura inicial	cm <sup>3</sup>	0.8
Peso inicial	g	325.8
Temperatura inicial	°C	20
Lectura final	cm <sup>3</sup>	19.4
Peso final	g	375.9
Temperatura Final	°C	20
Δ Temperatura	°C	0
Peso Cemento	g	50.3
Volumen Cemento	cm <sup>3</sup>	18.60
Densidad Real	g/cm <sup>3</sup>	2.70

Densidad Real Promedio: 2.70 g/cm<sup>3</sup>

DENSIDAD APARENTES DEL CEMENTO			
PRUEBA N°	unidad	1	2
Molde N°		A	B
Diámetro Ø	cm	5.47	5.47
Altura h	cm	14.9	14.9
Peso Molde	g	152.8	152.8
Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	350.1	350.1
Peso Molde + Cemento Suelto	g	480.7	477.1
Peso Molde + Cemento Compactado	g	588.2	603.3
Peso Cemento Suelto	g	327.9	324.3
Peso Cemento Compactado	g	435.4	450.5
Densidad Aparente Suelta	g/cm <sup>3</sup>	0.94	0.93
Densidad Aparente Compactado	g/cm <sup>3</sup>	1.24	1.29

Densidad Suelta Promedio: 0.93 g/cm<sup>3</sup>

Densidad Compactada Promedio: 1.27 g/cm<sup>3</sup>

OBSERVACIONES: El muestreo, procedencia y la muestra como tal, son total y absoluta responsabilidad del cliente.



ING. MÓNICA PRES VILLACÍS  
JEFE DE LABORATORIO



Tel.: 2976300  
Ext.: 1609



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



DENSIDAD REAL Y APARENTE DEL CEMENTO

INF. No. 20 - 0001-I  
Hoja 07 de 15

Quito, 6 de enero de 2020

SOLICITA: VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO  
Atención: VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO  
Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA  
DETERMINACION DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAQUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3006  
PROYECTO:  
CONTRATISTA: \*\*\*  
FISCALIZADOR: \*\*\*  
MUESTRA: 5% CENIZA CASCARILLA ARROZ  
NORMAS: INDICADAS

DENSIDAD REAL DEL CEMENTO (ASTM C 188-17)		
PRUEBA N°	unidad	1
Frauco N°		A
Lectura inicial	cm <sup>3</sup>	0,1
Peso inicial	g	323
Temperatura inicial	°C	20
Lectura final	cm <sup>3</sup>	18,7
Peso final	g	379,8
Temperatura Final	°C	20
Δ Temperatura	°C	0
Peso Cemento	g	56,8
Volumen Cemento	cm <sup>3</sup>	18,90
Densidad Real	g/cm <sup>3</sup>	3,05

Densidad Real Promedio: 3,05 g/cm<sup>3</sup>

DENSIDAD APARENTES DEL CEMENTO			
PRUEBA N°	unidad	1	2
Molde N°		A	B
Diámetro Ø	cm	5,52	5,52
Altura h	cm	15	15
Peso Molde	g	152,4	152,4
Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	359,0	359,0
Peso Molde + Cemento Suelto	g	436,8	436,5
Peso Molde + Cemento Compactado	g	547,6	546,4
Peso Cemento Suelto	g	284,4	284,1
Peso Cemento Compactado	g	395,2	394
Densidad Aparente Suelta	g/cm <sup>3</sup>	0,79	0,79
Densidad Aparente Compactado	g/cm <sup>3</sup>	1,10	1,10

Densidad Suelta Promedio: 0,79 g/cm<sup>3</sup>  
Densidad Compactada Promedio: 1,10 g/cm<sup>3</sup>

OBSERVACIONES: El muestreo, procedencia y la muestra como tal, son total y absoluta responsabilidad del cliente.



*[Handwritten Signature]*  
MIRIAM MERCEDES VILACIS  
JEFE DE LABORATORIO



Tel.: 2976300  
Ext.: 1609



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



DENSIDAD REAL Y APARENTE DEL CEMENTO

INF No 20 - 0001-I  
Hoja 08 de 15

Quito, 6 de enero de 2020

SOLICITA: VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO

Atención: VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO

Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3096

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

MUESTRA: 10% CENIZA CASCARILLA ARROZ

NORMAS: INDICADAS

DENSIDAD REAL DEL CEMENTO (ASTM C 108-17)		
PRUEBA N°	unidad	1
Frasco N°		A
Lectura Inicial	cm <sup>3</sup>	0,1
Peso Inicial	g	352,8
Temperatura Inicial	°C	20
Lectura final	cm <sup>3</sup>	18,3
Peso final	g	378,9
Temperatura Final	°C	20
Δ Temperatura	°C	0
Peso Cemento	g	50,1
Volumen Cemento	cm <sup>3</sup>	18,20
Densidad Real	g/cm <sup>3</sup>	3,08

Densidad Real Promedio: 3,08 g/cm<sup>3</sup>

DENSIDAD APARENTES DEL CEMENTO			
PRUEBA N°	unidad	1	2
Molde N°		A	B
Diámetro Ø	cm	5,52	5,52
Altura h	cm	15	15
Peso Molde	g	152,4	152,4
Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	359,0	359,0
Peso Molde + Cemento Suelto	g	443,9	440,4
Peso Molde + Cemento Compactado	g	511	515,1
Peso Cemento Suelto	g	291,5	288,0
Peso Cemento Compactado	g	355,6	362,7
Densidad Aparente Suelta	g/cm <sup>3</sup>	0,81	0,80
Densidad Aparente Compactado	g/cm <sup>3</sup>	1,00	1,01

Densidad Suelta Promedio: 0,81 g/cm<sup>3</sup>

Densidad Compactada Promedio: 1,00 g/cm<sup>3</sup>

OBSERVACIONES: El muestreo, procedencia y la muestra como tal, son total y absoluta responsabilidad del cliente.



DR. MERCEDES VELAZQUEZ  
JEFE DEL LABORATORIO



Tel.: 2976300  
Ext.: 1609



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



DENSIDAD REAL Y APARENTE DEL CEMENTO

INF. No. 20 - 0001-I  
Hoja 00 de 15

Quito, 6 de enero de 2020

SOLICITA: VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO

Atención: VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO

Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3006

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

MUESTRA: 15% CENIZA CASCARILLA ARROZ

NORMAS: INDICADAS

DENSIDAD REAL DEL CEMENTO (ASTM C 188-17)		
PRUEBA N°	unidad	T
Frasco N°		A
Lectura Inicial	cm <sup>3</sup>	0,0
Peso Inicial	g	322,9
Temperatura Inicial	°C	20
Lectura Final	cm <sup>3</sup>	20,0
Peso final	g	381,3
Temperatura Final	°C	20
Δ Temperatura	°C	0
Peso Cemento	g	58,4
Volumen Cemento	cm <sup>3</sup>	19,40
Densidad Real	g/cm <sup>3</sup>	3,01

Densidad Real Promedio: 3,01 g/cm<sup>3</sup>

DENSIDAD APARENTES DEL CEMENTO			
PRUEBA N°	unidad	1	2
Molde N°		A	B
Diámetro Ø	cm	5,47	5,47
Altura h	cm	14,9	14,9
Peso Molde	g	152,8	152,8
Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	300,1	300,1
Peso Molde + Cemento Suelto	g	430,1	421,0
Peso Molde + Cemento Compactado	g	504	504,3
Peso Cemento Suelto	g	277,3	268,2
Peso Cemento Compactado	g	351,2	351,5
Densidad Aparente Suelta	g/cm <sup>3</sup>	0,79	0,77
Densidad Aparente Compactado	g/cm <sup>3</sup>	1,00	1,00

Densidad Suelta Promedio: 0,78 g/cm<sup>3</sup>

Densidad Compactada Promedio: 1,00 g/cm<sup>3</sup>

OBSERVACIONES: El muestreo, procedencia y la muestra como tal, son total y absoluta responsabilidad del cliente.



ING. MERCEDES VELÁSQUEZ  
JEFE DE LABORATORIO



Telf.: 2976300

Ext.: 1609



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



DENSIDAD REAL Y APARENTE DEL CEMENTO

INF. No. 20 - 0001-I  
Hoja 10 de 15

Quito, 6 de enero de 2020

SOLICITA: VANESSA AIGAJE, RITA CHALCO

Atención: VANESSA AIGAJE, RITA CHALCO

Dirección: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA

DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE

CASCARILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA

ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE

CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3066

PROYECTO:

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

MUESTRA: 10% CENIZA CASCARILLA ARROZ

NORMAS: INDICADAS

DENSIDAD REAL DEL CEMENTO (ASTM C 188-17)		
PRUEBA N°	unidad	1
Frasco N°		A
Lectura Inicial	cm <sup>3</sup>	0,5
Peso Inicial	g	323,9
Temperatura Inicial	°C	20
Lectura final	cm <sup>3</sup>	18,5
Peso final	g	374,2
Temperatura Final	°C	20
Δ Temperatura	°C	0
Peso Cemento	g	50,3
Volumen Cemento	cm <sup>3</sup>	18,00
Densidad Real	g/cm <sup>3</sup>	2,79

Densidad Real Promedio: 2,79 g/cm<sup>3</sup>

DENSIDAD APARENTES DEL CEMENTO			
PRUEBA N°	unidad	1	2
Molde N°		A	B
Diámetro Ø	cm	5,52	5,52
Altura h	cm	15	15
Peso Molde	g	152,4	152,4
Volumen Molde	cm <sup>3</sup>	259,0	259,0
Peso Molde + Cemento Suelto	g	405,3	409,8
Peso Molde + Cemento Compactado	g	497,1	496,5
Peso Cemento Suelto	g	252,9	257,4
Peso Cemento Compactado	g	344,7	344,1
Densidad Aparente Suelta	g/cm <sup>3</sup>	0,70	0,72
Densidad Aparente Compactado	g/cm <sup>3</sup>	0,96	0,96

Densidad Suelta Promedio: 0,71 g/cm<sup>3</sup>

Densidad Compactada Promedio: 0,96 g/cm<sup>3</sup>

OBSERVACIONES: El muestreo, procedencia y la muestra como tal, son total y absoluta responsabilidad del cliente.



*[Signature]*  
ING. MERCEDES VELAZCO  
JEFE DE LABORATORIO



Tel.: 2976300

Ext.: 1609

## **ANEXO 11**

### **Peso Específico y Absorción Agregado Grueso**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

Nº. No. 20 - 0001-I

Hoja 12 de 15

Quito, 7 de enero de 2020

SOLICITA: VANESSA AIDAJE, RITA CHALCO  
 ATENCIÓN: VANESSA AIDAJE, RITA CHALCO  
 DIRECCIÓN: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA  
 DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENZA DE  
 CASCARILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA  
 PROYECTO: ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE  
 CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3006  
 CONTRATISTA: \*\*\*  
 FISCALIZADOR: \*\*\*  
 MUESTRA: AGREGADO GRUESO  
 NORMAS: INDICADAS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (NTE INEN 887:2010)		
PRUEBA Nº	unidad	1
Peso de la muestra en S.S.S	g	4000
Peso de la Canasta	g	1920
Peso de la Canasta + Muestra	g	3000
Peso de la Muestra Sumergida en Agua	g	1580
Peso de la Muestra Seca	g	3091.1
Peso Específico	g/cm <sup>3</sup>	1.28
Peso Específico Aparente	g/cm <sup>3</sup>	2.05
Peso Específico S.S.S	g/cm <sup>3</sup>	1.85
Absorción de Agua	%	29.40

Peso específico Promedio: 1.28 g/cm<sup>3</sup>  
 Peso específico Aparente Promedio: 2.05 g/cm<sup>3</sup>  
 Peso específico S.S.S Promedio: 1.85 g/cm<sup>3</sup>  
 Absorción de Agua 29.40 %

OBSERVACIONES: El muestreo, procedencia y ensayo son responsabilidad del cliente.  
 El resultado del ensayo corresponde

RITA CHALCO  
 JEFE DEL LABORATORIO



Tel.: 2976300

Ext.: 1609

## **ANEXO 12**

### **Peso Específico y Absorción Agregado Fino**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

INF. No. 20 - 0001-I  
Hoja 13 de 15

Quito, 7 de enero de 2020

SOLICITA: VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO  
 ATENCIÓN: VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO  
 DIRECCIÓN: LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA  
 DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE  
 CASCARILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA  
 PROYECTO: ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE  
 CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INN 3098  
 CONTRATISTA: \*\*\*  
 FISCALIZADOR: \*\*\*  
 MUESTRA: AGREGADO FINO  
 NORMAS: INDICADAS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (NTE INN 887-2010)		
PRUEBA N°	unidad	1
Peso de la muestra en S.S.S	g	446,9
Peso del Picnómetro + Muestra + Agua	g	825,8
Peso del Picnómetro + Agua	g	406,5
Peso de la Muestra Seca	g	396,5
Peso Específico	g/cm <sup>3</sup>	1,70
Peso Específico Aparente	g/cm <sup>3</sup>	2,31
Peso Específico S.S.S	g/cm <sup>3</sup>	1,96
Absorción de Agua	%	15,63

Peso específico Promedio: 1,70 g/cm<sup>3</sup>  
 Peso específico Aparente Promedio: 2,31 g/cm<sup>3</sup>  
 Peso específico S.S.S Promedio: 1,96 g/cm<sup>3</sup>  
 Absorción de Agua: 15,63 %

OBSERVACIONES: El muestreo, procedencia y ensayo son responsabilidad del cliente.

  
 M<sup>CS</sup> MERCEDES VILLACIS  
 JEFE DE LABORATORIO



Telf.: 2976300  
Ext.: 1609

**ANEXO 13**  
**Ensayo de Abrasión**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### ENSAYO DE ABRASIÓN

INF. No. 20 - 0001-I  
Hoja 14 de 15

Quito, 7 de enero de 2020

**SOLICITA:** VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO  
**Atención:** VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO  
**Dirección:** Ladrón De Guevara E11-253 Y Andalucía

**PROYECTO:** DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE PRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3008

**CONTRATISTA:** \*\*\*

**FISCALIZADOR:** \*\*\*

**MUESTRA:** AGREGADO GRUESO

**NORMA:** ASTM C131-14

GRADACIÓN:	D
NUMERO DE ESFERAS:	6
PESO INICIAL (g):	4395,8
PESO RETENIDO EN EL TAMIZ #12 LUEGO DE 100 REVOLUCIONES (g):	4395,10
PESO RETENIDO EN EL TAMIZ #12 LUEGO DE 500 REVOLUCIONES (g):	3349,70
PORCENTAJE DE PÉRDIDA 100 rev. (%):	12,02
PORCENTAJE DE PÉRDIDA 500 rev. (%):	32,95
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD:	0,36

\* INÉS MARÍA VILLACIS  
JEFE DEL LABORATORIO



GEN-MAT-20-001-L.txt

Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

**ANEXO 14**  
**Contenido de humedad**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



CONTENIDO DE HUMEDAD

INF. No. 20 - 0001 - I  
Hoja 15 de 15

Quito, 7 de enero de 2020

SOLICITA: VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO  
Atención: VANESSA AIGAJE; RITA CHALCO  
Dirección: Ladrón De Guevara E11-253 Y Andalucía  
DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA GENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE  
PROYECTO: FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS  
ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3086  
CONTRATISTA: \*\*\*  
FISCALIZADOR: \*\*\*  
MUESTRA: INDICADAS  
PROFUNDIDAD: \*\*\*

NORMA:		INEN 862	ASTM C 566 - 13			
No.	IDENTIFICACIÓN MUESTRA	CÁPSULA No.	PESO CÁPSULA (gr)	PESO HÚMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	HUMEDAD NATURAL (%)
1	Agregado grueso	1	1031.10	1531.10	1442.80	21.45
2	Agregado grueso	2	501.90	1001.90	913.00	21.62
1	Agregado fino	1	191.90	441.90	425.90	6.94
2	Agregado fino	2	163.30	413.30	366.40	6.34

RESUMEN DE RESULTADOS		
Agregado grueso	W %	21.54
Agregado fino	W %	6.58

Observación: El muestreo e identificación de las mermas es total responsabilidad del cliente.

Ing. Mercedes Villacis  
JEFE DE LABORATORIO



Archivo: GEN-MAT-20-001-Labx.xls

Tel.: 2976300

Ext.: 1609

## **ANEXO 15**

**Ensayo a Compresión a Edad de 7 Días de Bloques Tipo A=0% (CCA) según  
la Norma NTE INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

RF. No. 20-00541  
Hoja 1 de 20

Guía, 05 de marzo de 2020

SOLICITA: YANESSA ALBAZ; RITA CRUZ

Atención: Yanessa Albaz, Rita Cruz

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARGANDA DE ARRIO EN EL TIEMPO DE FRAGADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA EN 3000

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

FABRICA: \*\*\*

NORMA: NTE EN 3000/2016

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

Nº.	FECHA FABRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	ESPAZ	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA		CARGA ROTURA	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGUN RESISTENCIA
								NETA	BRUTA		NETO	BRUTO	
1	06-ene-20	A1 (2%)	13-ene-20	7	15,07	40,00	19,90	295,1	902,2	11,80	3,90	1,90	CLASE C
2	06-ene-20	A2 (2%)	13-ene-20	7	15,03	40,00	19,77	295,3	902,3	9,99	3,30	1,90	
3	06-ene-20	A3 (2%)	13-ene-20	7	15,07	40,00	19,90	297,1	904,2	10,84	3,58	1,78	
4	06-ene-20	A4 (2%)	13-ene-20	7	15,07	40,00	19,90	296,2	904,2	11,23	3,66	1,90	
5	06-ene-20	A5 (2%)	13-ene-20	7	15,00	40,00	19,95	294,9	904,0	10,76	4,04	1,90	
6	06-ene-20	A6 (2%)	13-ene-20	7	15,03	40,00	19,77	295,8	905,9	12,25	4,08	1,98	
7	06-ene-20	A7 (2%)	13-ene-20	7	15,07	40,00	19,90	297,8	905,7	10,90	3,39	1,92	
8	06-ene-20	A8 (2%)	13-ene-20	7	15,08	40,00	19,70	297,3	907,5	11,34	3,90	1,98	
PROMEDIO BLOQUE					15,07	40,00	19,80	297,00	905,59	10,79	3,71	1,92	

OBSERVACIONES: \* El usuario es responsable del dato.  
\* La clasificación se realizó en base a la tabla 6 de la norma NTE EN 3000.



00020-001-0000

Tel.: 2976300

Ext.: 1609

## **ANEXO 16**

**Ensayo a Compresión a Edad de 7 Días de Bloques Tipo B=5% (CCA) Según  
la Norma NTE INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

EP. No. 20-0064  
Hoja 5 de 20

Quito, 09 de marzo de 2020

SOLICITA: VANESSA AGUIR, RITA CHAVEZ

Atracción: Varesca Atapu, Sita Chaki

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CEMENTA DE CARGAZOLA DE ARRIO EN EL TIEMPO DE FUNDADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES MORTON DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3086

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

FABRICA: \*\*\*

NORMA: INEN 3086:2016

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

Nº.	FECHA FABRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	ESPA	ANCHO	LARGO	ALTO	AREA		CARGA ROTURA	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGUN RESISTENCIA
								NETA	BRUTA		NETO	BRUTO	
				(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	(MPa)	(MPa)	
1	07-ene-20	81 (7%)	14-ene-20	7	15,00	40,00	19,97	290,0	900,0	9,92	3,30	1,92	CLASE C
2	07-ene-20	80 (7%)	16-ene-20	7	15,00	40,00	19,93	290,5	901,5	10,01	3,40	1,98	
3	07-ene-20	81 (7%)	14-ene-20	7	15,00	40,00	19,93	291,0	900,0	10,18	3,41	1,99	
4	07-ene-20	84 (7%)	14-ene-20	7	15,00	40,00	19,97	290,0	900,0	10,87	3,65	1,70	
5	07-ene-20	85 (7%)	16-ene-20	7	15,00	40,00	19,90	294,3	901,5	9,54	3,18	1,58	
6	07-ene-20	86 (7%)	14-ene-20	7	15,00	40,00	19,90	290,9	900,0	11,30	3,47	1,80	
7	07-ene-20	87 (7%)	14-ene-20	7	15,00	40,00	19,89	290,3	901,5	10,71	3,60	1,70	
8	07-ene-20	88 (7%)	14-ene-20	7	15,00	40,00	19,80	294,3	901,5	10,38	3,46	1,90	
PROMEDIO BLOQUE					15,02	40,00	19,41	292,98	900,07	10,29	3,44	1,88	

OBSERVACIONES: \* El muestreo es responsabilidad del cliente.  
\* La clasificación se realizó en base a la tabla II de la norma INEN 3086.



BCP20-021-1-000

Tel.: 2976300  
Ext.: 1609



## **ANEXO 17**

**Ensayo a Compresión a Edad de 7 Días de Bloques Tipo C=10% (CCA)**

**Según la Norma NTE INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

RF: No. 20-0054-1  
Hoja 9 de 20

Quito, 09 de marzo de 2020

SOLICITA: YAREMA AGUIE, BETA CALCO

Atención: Yarema Aguié, Bta Calco

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ZONAS DE CASCAJILLA DE ARRIBA EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECO DE MORMIGÓN (QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3000)

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

FÁBRICA: \*\*\*

NORMA: NTC INEN 3000-2016

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN:

No.	FECHA FABRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ÁREA		CARGA ROTURA (kN)	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN según RESISTENCIA
								NETA (cm <sup>2</sup> )	BRUTA (cm <sup>2</sup> )		NETO (MPa)	BRUTO (MPa)	
1	08-ene-20	01 (10%)	10-ene-20	7	10,07	40,03	10,73	296,1	923,2	9,92	3,28	1,61	CLASE C
2	08-ene-20	03 (30%)	10-ene-20	7	10,03	40,00	10,00	294,3	911,3	10,47	3,46	1,71	
3	08-ene-20	05 (50%)	10-ene-20	7	10,07	40,10	10,00	297,7	904,2	9,06	3,00	1,47	
4	08-ene-20	04 (10%)	10-ene-20	7	10,00	40,00	10,40	310,0	900,0	9,80	3,28	1,60	
5	08-ene-20	05 (50%)	10-ene-20	7	10,00	40,00	10,77	290,9	901,0	10,00	3,00	1,77	
6	08-ene-20	06 (60%)	10-ene-20	7	10,10	40,00	10,77	297,8	904,0	9,04	3,04	1,60	
7	08-ene-20	07 (70%)	10-ene-20	7	10,00	40,07	10,87	290,0	901,0	9,34	3,11	1,60	
8	08-ene-20	08 (80%)	10-ene-20	7	10,00	40,03	10,90	294,4	901,0	11,10	3,77	1,80	
PROMEDIO BLOQUE					10,00	40,04	10,76	294,41	901,00	10,00	3,30	1,64	

OBSERVACIONES: \* El muestreo es representativo del lote.  
\* La clasificación se realizó en base a la tabla 6 de la norma INEN 3000.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
MCM (MATERIALES)



BCR20-021-1-000

Tel: 2976300  
Ext.: 1609

## **ANEXO 18**

**Ensayo a Compresión a Edad de 7 Días de Bloques Tipo D=15% (CCA)**

**Según la Norma NTE INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

IMP. N°: 20-0054-I  
Hoja 13 de 20

Quito, 08 de marzo de 2020

SOLICITA: YARESSA AGUIR, BETA OSILEX

Atención: Yaressa Aguir Pita Chelco

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARGABOLSA DE ARRIS EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES HERRÓN DE HERRÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 2006

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

FÁBRICA: \*\*\*

NORMA: NTE INEN 2006-2010

UNIDADES PARA ENRAYO A COMPRESIÓN

N°	FECHA FABRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	ANCHO (CM)	LARGO (CM)	ALTO (CM)	ÁREA		CARGA ROTURA (Kg)	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGUN RESISTENCIA
								NETA (cm²)	BRUTA (cm²)		NETO (MPa)	BRUTO (MPa)	
1	08-ene-20	01 (10%)	18-ene-20	7	15,00	40,00	10,00	201,4	400,0	10,01	3,70	1,30	CLASE C
2	08-ene-20	02 (10%)	18-ene-20	7	15,00	40,00	10,00	200,4	400,0	9,72	3,28	1,30	
3	08-ene-20	03 (10%)	18-ene-20	7	15,00	40,00	10,00	202,0	400,0	10,02	3,60	1,27	
4	08-ene-20	04 (10%)	18-ene-20	7	15,00	40,00	10,00	200,8	400,0	9,48	3,10	1,30	
5	08-ene-20	05 (10%)	18-ene-20	7	15,00	40,00	10,00	200,5	400,0	10,04	4,30	2,11	
6	08-ene-20	06 (10%)	18-ene-20	7	15,00	40,00	10,00	202,0	400,0	11,40	3,04	1,37	
7	08-ene-20	07 (10%)	18-ene-20	7	15,00	40,00	10,00	200,0	400,0	9,00	3,00	1,48	
8	08-ene-20	08 (10%)	18-ene-20	7	15,00	40,00	10,00	204,3	400,0	12,90	4,00	1,38	
PROMEDIO BLOQUE					10,00	40,00	10,00	201,24	400,00	10,00	3,60	1,27	

OBSERVACIONES: \* El número es responsabilidad del cliente.  
\* La clasificación se realizó en base a la tabla II de la norma INEN 2006.

*[Firma]*  
YARESSA AGUIR PITA CHELCO  
APROBADO



Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

BCP20-001-I.docx

## **ANEXO 19**

**Ensayo a Compresión a Edad de 7 Días de Bloques Tipo E=20% (CCA)**

**Según la Norma NTE INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAPOSTERÍA

RF. No. 20-00544  
Página 17 de 20

Quito, 09 de marzo de 2020

OBJETIVO: VANESSA ANAQUE BITA CHALCO

Atención: Vanessa Aljago, Bita Chalco

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARGAROLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES MORTON DE HIBRIDÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3096

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

FÁBRICA: \*\*\*

NORMA: ITE INEN 3096:2010

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

Nº.	FECHA FÁBRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ÁREA		Carga Rotura (N)	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGÚN RESISTENCIA
								NETA (mm <sup>2</sup> )	BRUTA (mm <sup>2</sup> )		NETO (MPa)	BRUTO (MPa)	
1	10-ene-20	01 (20%)	17-ene-20	7	41,07	41,07	13,40	288,1	993,2	11,94	3,54	1,73	CLASE C
2	10-ene-20	02 (20%)	17-ene-20	7	41,07	41,07	13,40	290,3	993,3	7,28	2,44	1,10	
3	10-ene-20	03 (20%)	17-ene-20	7	41,07	41,07	13,40	287,1	993,2	6,50	2,14	1,04	
4	10-ene-20	04 (20%)	17-ene-20	7	41,07	41,07	13,40	290,2	993,2	8,34	2,73	1,30	
5	10-ene-20	05 (20%)	17-ene-20	7	41,07	41,07	13,40	294,0	993,3	10,05	3,24	1,60	
6	10-ene-20	06 (20%)	17-ene-20	7	41,07	41,07	13,40	294,1	993,2	6,09	2,23	1,07	
7	10-ene-20	07 (20%)	17-ene-20	7	41,07	41,07	13,40	288,0	993,1	5,30	1,67	0,80	
8	10-ene-20	08 (20%)	17-ene-20	7	41,07	41,07	13,40	292,5	993,3	10,00	3,40	1,60	
PROMEDIO BLOQUE					15,08	41,07	13,30	294,36	993,30	6,09	2,12	1,03	

CONSEJOS: \* El número es responsabilidad del cliente.  
\* La clasificación se realizó en base a la tabla 5 de la norma INEN 3096



Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

BQ210(01)1-001

**ANEXO 20**

**Ensayo a Compresión a Edad de 14 Días de Bloques Tipo A=0% (CCA)  
según la Norma NTE INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

PP. No. 20-0094-  
Hoja 2 de 20

Quito, 08 de marzo de 2020

**SOLICITA:** VANESSA AGUIAR RITA CHALEO

**Atención:** Vanessa Aguiar Rita Chaleo

**Dirección:** Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

**PROYECTO:** DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCABELLA DE ARBOL EN EL TIEMPO DE FRAGUADO EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3066

**CONTRATISTA:** \*\*\*

**FISCALIZADOR:** \*\*\*

**FÁBRICA:** \*\*\*

**NORMA:** INEN 3066-2016

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

No.	FECHA FABRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE NOTIFICA	EDAD (días)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ÁREA		CARGA ROTURA (kN)	ESFUERZO (MPa)		CLASIFICACIÓN SEGÚN REFERENCIA
								NETA (mm <sup>2</sup> )	BRUTA (mm <sup>2</sup> )		NETO	BRUTO	
1	05-ene-20	A8 (2%)	20-ene-20	14	15,00	40,00	19,80	295,0	391,2	15,59	3,72	1,83	CLASE B
2	05-ene-20	A10 (2%)	20-ene-20	14	15,00	40,00	19,80	295,0	391,2	12,01	4,23	2,11	
3	05-ene-20	A11 (2%)	20-ene-20	14	15,00	40,00	19,80	294,5	390,2	12,54	4,17	2,05	
4	05-ene-20	A12 (2%)	20-ene-20	14	15,00	40,00	19,80	296,1	391,0	13,03	4,81	2,27	
5	05-ene-20	A13 (2%)	20-ene-20	14	15,00	40,00	19,80	294,3	392,3	12,13	4,04	1,97	
6	05-ene-20	A14 (2%)	20-ene-20	14	15,00	40,00	19,80	297,3	392,3	15,80	3,28	2,40	
7	05-ene-20	A15 (2%)	20-ene-20	14	15,00	40,00	19,80	291,9	392,3	15,28	5,10	2,46	
8	05-ene-20	A16 (2%)	20-ene-20	14	15,00	40,00	19,80	290,9	392,3	16,22	5,26	2,80	
<b>PROMEDIO BLOQUE</b>					15,00	40,00	19,80	291,98	391,98	15,17	4,58	2,24	

OBSERVACIONES: \* El resultado es responsabilidad del cliente.  
\* La clasificación se realizó en base a la tabla 6 de la norma INEN 3066.

*[Firma manuscrita]*  
COORDINADOR GENERAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



**ANEXO 21**

**Ensayo a Compresión a Edad de 14 Días de Bloques Tipo B=5% (CCA)  
Según la Norma NTE INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

EP: No. 20-0054-1  
Hoja 6 de 20

Quito, 09 de marzo de 2020

SOLICITA: YARESSA AGUIR, RITA CRALLEI

Atención: Yaressa Aguir, Rita Crallei

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBONILLA DE ARRÓZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE BORMIÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA NEN 3006

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

FÁBRICA: \*\*\*

NORMA: NEN INEN 3006 2016

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

No.	FECHA FABRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ÁREA		CARGA MÁXIMA (kN)	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGUN RESISTENCIA
								NETA (mm <sup>2</sup> )	BRUTA (mm <sup>2</sup> )		NETO (MPa)	BRUTO (MPa)	
1	07-ene-20	B0 (3%)	14-ene-20	7	15,00	40,00	19,87	291,4	900,9	10,40	4,17	2,02	CLASE C
2	07-ene-20	B10 (3%)	14-ene-20	7	15,00	40,00	19,83	292,5	900,0	10,60	3,95	1,76	
3	07-ene-20	B11 (3%)	14-ene-20	7	15,00	40,00	19,82	290,5	902,2	12,08	4,27	2,06	
4	07-ene-20	B10 (3%)	14-ene-20	7	15,00	40,00	19,89	294,0	900,0	13,69	4,93	2,27	
5	07-ene-20	B13 (3%)	14-ene-20	7	15,00	40,00	19,90	290,3	901,3	11,84	3,96	1,90	
6	07-ene-20	B14 (3%)	14-ene-20	7	15,00	40,00	19,71	289,5	900,9	10,36	3,47	1,70	
7	07-ene-20	B16 (3%)	14-ene-20	7	15,00	40,00	19,87	291,6	900,0	10,87	3,80	1,78	
8	07-ene-20	B18 (3%)	14-ene-20	7	15,00	40,00	19,88	294,8	901,8	9,77	3,26	1,59	
PROMEDIO BLOQUE					10,07	40,00	19,89	291,93	901,96	11,01	3,69	1,69	

Observaciones: \* El estudio es responsabilidad del cliente.  
\* La clasificación se realizó en base a la tabla 6 de la norma NEN 3006.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

RCR20-201-Lab

## **ANEXO 22**

**Ensayo a Compresión a Edad de 14 Días de Bloques Tipo C=10% (CCA)  
según la Norma NTE INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

RF, No. 20-0054-I  
Hoja 10 de 20

Quito, 06 de marzo de 2020

**SOLICITA:** YANESSA AIGAR, RITA ORJUELO  
**Atención:** Yanessa Aigari, Rita Orjuelo  
**Dirección:** Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía  
**PROYECTO:** DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGADO, EN LA CLASIFICACIÓN DE BLOQUES DE CEMENTO HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3086  
**CONTRATISTA:** \*\*\*  
**FISCALIZADOR:** \*\*\*  
**FÁBRICA:** \*\*\*  
**NORMA:** NTE INEN 3086 (2014)

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

No.	FECHA FABRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	ESPAZ	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ÁREA		CARGA ROTURA (N)	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGUN RESISTENCIA
								NETA (mm <sup>2</sup> )	BRUTA (mm <sup>2</sup> )		NETO (MPa)	BRUTO (MPa)	
1	08-ene-20	C9 (19%)	23-ene-20	14	15,00	40,00	19,00	390,4	600,0	11,40	3,00	1,80	CLASE C
2	08-ene-20	C10 (19%)	20-ene-20	14	15,00	40,00	19,00	490,0	600,0	13,51	4,34	2,21	
3	08-ene-20	C11 (19%)	23-ene-20	14	15,00	40,00	19,00	350,0	600,0	12,17	4,40	2,10	
4	08-ene-20	C12 (19%)	23-ene-20	14	14,50	40,00	19,00	390,0	597,0	8,19	3,00	1,81	
5	08-ene-20	C13 (19%)	23-ene-20	14	15,00	40,00	19,00	390,0	600,0	11,89	3,82	1,91	
6	08-ene-20	C14 (19%)	23-ene-20	14	15,00	40,00	19,00	390,0	600,0	10,50	3,50	1,70	
7	08-ene-20	C15 (19%)	23-ene-20	14	15,00	40,00	19,00	294,0	600,0	7,54	2,50	1,20	
8	08-ene-20	C16 (19%)	23-ene-20	14	15,00	40,00	19,00	344,0	600,0	8,17	3,07	1,50	
PROMEDIO BLOQUE					15,00	40,00	19,00	302,26	600,00	9,81	3,00	1,77	

CONVENCIONES: \* El resultado es responsabilidad del cliente.  
\* La clasificación se realizó en base a la tabla 6 de la norma INEN 3086



2020-02-11-004

Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía / Edif. Ing. Civil / Mezanine / Ofic. M15 Email: lemsur@epn.edu.ec

## **ANEXO 23**

**Ensayo a Compresión a Edad de 14 Días de Bloques Tipo D=15% (CCA)  
según la Norma NTE INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

IMP. No. 20-02841  
Hoja 14 de 20

Quito, 08 de mayo de 2020

SOLICITA: YANERIS ALJAI, BTA CIVIL

Atención: Yaneris Aljai, BTA Civil

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ZONA DE CASABELLA DE AMBRO EN EL TIEMPO DE FRAGADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES ROTURA DE BORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INECS 3046

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

FÁBRICA: \*\*\*

NORMA: NTS INECS 3046

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

No.	FECHA FABRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ÁREA		CAPSA ROTURA (mm)	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGÚN RESISTENCIA
								NETA (mm <sup>2</sup> )	BRUTA (mm <sup>2</sup> )		NETO (MPa)	BRUTO (MPa)	
1	08-ene-20	D9 (19%)	23-ene-20	14	15,00	40,00	10,00	243,0	900,0	10,70	3,58	1,70	CLASE C
2	08-ene-20	D9 (19%)	23-ene-20	14	15,07	40,00	10,00	246,0	902,7	10,78	3,57	1,70	
3	08-ene-20	D11 (19%)	23-ene-20	14	15,00	40,00	10,00	244,0	900,0	11,13	3,71	1,80	
4	08-ene-20	D12 (19%)	23-ene-20	14	15,00	40,00	10,00	244,0	900,0	11,38	3,80	1,80	
5	08-ene-20	D13 (19%)	23-ene-20	14	15,00	40,00	10,00	244,0	900,0	10,88	3,66	1,70	
6	08-ene-20	D14 (19%)	23-ene-20	14	15,00	40,00	10,00	244,0	900,0	9,80	3,27	1,60	
7	08-ene-20	D15 (19%)	23-ene-20	14	15,00	40,00	10,00	240,0	891,0	9,83	3,37	1,70	
8	08-ene-20	D16 (19%)	23-ene-20	14	15,07	40,00	10,00	246,0	902,7	10,28	3,40	1,70	
PROMEDIO BLOQUE					15,02	40,00	10,00	244,20	900,00	11,11	3,70	1,81	

OBSERVACIONES:

\* El receptor es responsable del cliente

\* La clasificación se realizó en base a la tabla 6 de la norma INECS 3046

IMP. YANERIS ALJAI  
BTA CIVIL



BOFCS-011-1466

Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

**ANEXO 24**

**Ensayo a Compresión a Edad de 14 Días de Bloques Tipo E=20%  
(CCA) según la Norma NTE INEN 3066**



## **ANEXO 25**

**Ensayo a Compresión a Edad de 28 Días de Bloques Tipo A=0% (CCA)  
según la Norma NTE INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

RF. No. 30-00641  
Faja 3 de 20

Quito, 05 de marzo de 2020

HEALTHY: YARESSA AGUIR, RITA CHALCO

Atención: Yaressa Aguir, Rita Chalco

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

PROYECTO: REVERENDACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCABELLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGADO EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE BORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA ENEN 3066.

CONTRATISTA: \*\*\*

FINCAJIZADOR: \*\*\*

FÁBRICA: \*\*\*

NORMA: RTE INEN 3066:2014

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

No.	FECHA FABRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	ESDAD (mm)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ÁREA		CAPSA ROTURA (mm <sup>2</sup> )	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGUN RESISTENCIA	
								NETA (mm <sup>2</sup> )	BRUTA (mm <sup>2</sup> )		NETO (MPa)	BRUTO (MPa)		
1	06-ene-20	A17 (9%)	03-ago-20	28	15,00	40,00	19,83	280,0	800,0	16,10	5,41	2,85	CLASE B	
2	06-ene-20	A18 (9%)	03-ago-20	28	15,00	40,00	19,87	281,4	800,0	16,30	5,23	2,84		
3	06-ene-20	A19 (9%)	03-ago-20	28	15,00	40,00	19,80	280,7	800,0	16,11	5,30	2,85		
4	06-ene-20	A20 (9%)	03-ago-20	28	15,00	40,00	19,79	284,0	800,0	16,30	5,40	2,84		
5	06-ene-20	A21 (9%)	03-ago-20	28	15,00	40,00	19,87	280,9	800,0	16,34	5,04	2,86		
6	06-ene-20	A22 (9%)	03-ago-20	28	15,00	40,00	19,80	283,0	800,0	13,37	4,47	2,19		
7	06-ene-20	A23 (9%)	03-ago-20	28	15,00	40,00	19,80	280,0	800,0	14,23	4,78	2,30		
8	06-ene-20	A24 (9%)	03-ago-20	28	15,00	40,00	19,80	284,8	800,0	18,00	5,38	2,81		
9	06-ene-20	A25 (9%)	03-ago-20	28	15,00	40,00	19,73	285,1	800,0	16,08	5,31	2,81		
10	06-ene-20	A26 (9%)	03-ago-20	28	15,00	40,00	19,80	286,0	800,0	16,16	5,06	2,86		
11	06-ene-20	A27 (9%)	03-ago-20	28	15,00	40,00	19,80	287,1	804,2	16,30	5,25	2,88		
12	06-ene-20	A28 (9%)	03-ago-20	28	15,00	40,00	19,77	288,0	800,0	15,43	5,16	2,80		
13	06-ene-20	A29 (9%)	03-ago-20	28	15,00	40,00	19,77	282,0	800,0	14,30	4,80	2,80		
14	06-ene-20	A30 (9%)	03-ago-20	28	15,10	40,00	19,77	287,0	804,0	16,80	5,25	2,88		
15	06-ene-20	A31 (9%)	03-ago-20	28	15,00	40,00	19,87	289,0	800,0	16,80	5,34	2,80		
PROMEDIO BLOQUE					15,00	40,00	19,81	286,71	800,00	15,40	5,14	2,81		

OBSERVACIONES:

\* El numerito es responsabilidad del cliente.

\* La clasificación se realizó en base a la tabla 6 de la norma ENEN 3066.



Tel: 2976300

Ext: 1609

REG-2017-1-000



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

RF. No. 20-0084

Página 4 de 20

Quito, 09 de marzo de 2020

OBJETIVO: YAMERLY AGUIR, RITA CHALCO

Atención: Yamery Aguir, Rita Chalco

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA GUNDA DE CASABILLA DE ARBOS EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE BORDÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3000

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

FÁBRICA: \*\*\*

NORMA: NIT INEN 2005-2016

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

No.	FECHA FÁBRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	ESPAZ	ANCHO	LARGO	ALTO	ÁREA		CARGA ROTURA	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGUN RESISTENCIA													
								NETA (cm <sup>2</sup> )	BRUTA (cm <sup>2</sup> )		NETO (MPa)	BRUTO (MPa)														
1	06-ene-20	A02 (2%)	03-feb-20	20	15,00	40,00	10,00	291,4	800,0	14,83	4,20	2,39	CLASE B													
2	06-ene-20	A03 (2%)	03-feb-20	20	15,00	40,00	10,00	290,4	800,0	14,90	4,00	2,36		CLASE B												
3	06-ene-20	A04 (2%)	03-feb-20	20	15,00	40,00	10,00	292,0	800,0	14,10	4,74	2,30			CLASE B											
4	06-ene-20	A05 (2%)	03-feb-20	20	15,00	40,00	10,00	292,3	801,0	15,22	5,10	2,40				CLASE B										
5	06-ene-20	A06 (2%)	03-feb-20	20	14,90	40,00	10,00	290,0	797,0	13,80	4,08	2,28					CLASE B									
6	06-ene-20	A07 (2%)	03-feb-20	20	15,00	40,00	10,00	292,0	800,0	14,57	4,34	2,34						CLASE B								
7	06-ene-20	A08 (2%)	03-feb-20	20	15,00	40,00	10,00	290,0	800,0	14,74	5,40	2,34							CLASE B							
8	06-ene-20	A09 (2%)	03-feb-20	20	15,00	40,00	10,00	294,0	800,0	14,10	5,56	2,33								CLASE B						
9	06-ene-20	A10 (2%)	03-feb-20	20	15,00	40,00	10,00	293,0	800,0	14,04	4,54	2,31									CLASE B					
10	06-ene-20	A11 (2%)	03-feb-20	20	15,00	40,00	10,00	290,0	800,0	14,70	5,24	2,30										CLASE B				
11	06-ene-20	A12 (2%)	03-feb-20	20	15,00	40,00	10,00	292,0	800,0	14,06	5,09	2,40											CLASE B			
12	06-ene-20	A13 (2%)	03-feb-20	20	15,00	40,00	10,00	292,0	801,0	14,08	5,07	2,47												CLASE B		
13	06-ene-20	A14 (2%)	03-feb-20	20	15,00	40,00	10,00	290,0	800,0	13,20	4,40	2,17													CLASE B	
14	06-ene-20	A15 (2%)	03-feb-20	20	15,00	40,00	10,00	292,0	800,0	14,01	5,18	2,50														CLASE B
15	06-ene-20	A16 (2%)	03-feb-20	20	15,00	40,00	10,00	291,0	801,0	14,89	4,90	2,40														
PROMEDIO BLOQUE					15,00	40,00	10,00	292,40	800,00	14,80	4,20	2,40														

OBSERVACIONES:

\* El maestro es responsable del cliente

\* La clasificación se realizó en base a la tabla 6 de la norma INEN 3000



Tel.: 2976300

Ext.: 1609

BOR20-02-1-000

**ANEXO 26**

**Ensayo a Compresión a Edad de 28 Días de Bloques Tipo B=5% (CCA)  
según la Norma NTE INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

RF. No. 20-0054  
Hoja 7 de 20

Quito, 09 de marzo de 2020

SOLICITA: VANESSA ARIAS, RTA CHAZO

Atención: Yessica Alajó, RTA Otero

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CARGA DE CASQUILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES MEXON DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3066

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

FÁBRICA: \*\*\*

NORMA: RTE INEN 3066:2016

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

No.	FECHA FÁBRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ÁREA		CARGA ROTURA (kN)	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGÚN RESISTENCIA													
								NETA (mm <sup>2</sup> )	BRUTA (mm <sup>2</sup> )		NETO (MPa)	BRUTO (MPa)														
1	07-ene-20	811 (9%)	04-Ago-20	28	15,00	40,00	19,00	282,4	800,0	12,47	4,18	2,34	CLASE B													
2	07-ene-20	818 (9%)	04-Ago-20	28	15,00	40,00	19,00	286,8	800,0	11,76	3,80	1,91		CLASE B												
3	07-ene-20	819 (9%)	04-Ago-20	28	15,00	40,00	19,00	283,0	800,0	11,70	3,80	1,90			CLASE B											
4	07-ene-20	809 (9%)	04-Ago-20	28	15,00	40,00	19,00	290,0	800,0	11,82	3,80	1,90				CLASE B										
5	07-ene-20	801 (9%)	04-Ago-20	28	15,00	40,00	19,00	294,3	800,0	13,71	4,37	2,25					CLASE B									
6	07-ene-20	800 (9%)	04-Ago-20	28	15,00	40,00	19,00	284,9	800,0	14,53	4,34	2,30						CLASE B								
7	07-ene-20	820 (9%)	04-Ago-20	28	15,00	40,00	19,00	284,0	800,0	14,85	4,88	2,36							CLASE B							
8	07-ene-20	804 (9%)	04-Ago-20	28	15,00	40,00	19,00	290,0	800,0	14,85	4,88	2,36								CLASE B						
9	07-ene-20	805 (9%)	04-Ago-20	28	15,00	40,00	19,00	290,0	800,0	13,16	4,38	2,19									CLASE B					
10	07-ene-20	806 (9%)	04-Ago-20	28	15,00	40,00	19,00	288,0	800,0	14,23	4,78	2,30										CLASE B				
11	07-ene-20	807 (9%)	04-Ago-20	28	15,00	40,00	19,00	285,0	800,0	14,21	4,71	2,30											CLASE B			
12	07-ene-20	808 (9%)	04-Ago-20	28	15,00	40,00	19,00	288,0	800,0	12,70	4,04	2,07												CLASE B		
13	07-ene-20	828 (9%)	04-Ago-20	28	15,00	40,00	19,00	288,0	800,0	11,76	3,90	1,90													CLASE B	
14	07-ene-20	800 (9%)	04-Ago-20	28	15,00	40,00	19,00	290,0	800,0	13,16	4,40	2,16														CLASE B
15	07-ene-20	811 (9%)	04-Ago-20	28	15,00	40,00	19,00	286,0	800,0	12,38	4,10	2,00														
PROMEDIO BLOQUE				28	15,00	40,00	19,00	289,0	800,0	11,74	3,80	1,90	CLASE B													

OBSERVACIONES: \* El ensayo es responsabilidad del cliente.  
\* La clasificación es hecha en base a la tabla B de la norma INEN 3066.

YESSICA ALAJÓ  
Jefe del Laboratorio



Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

00700-001-Labor

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía / Edif. Ing. Civil / Mezanine / Ofic. M15 - Email: lemsur@epn.edu.ec



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

RF. No. 20-0054-I  
Hoja 8 de 20

Quito, 08 de marzo de 2020

SOLICITA: VANESSA AIGABE, RITA CIELED

Atención: Vanessa Aigabe, Rita Cielero

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARACAYILLA DE ARDID EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES MEXICANOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA ENEN 3006

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

FÁBRICA: \*\*\*

NORMA: NTC ENEN 3006:2016

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

No.	FECHA FÁBRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ÁREA		CARGA ROTURA (N)	ESFUERZO (MPa)		CLASIFICACIÓN BLOQUE RESISTENTE													
								NETA (mm <sup>2</sup> )	BRUTA (mm <sup>2</sup> )		NETO	BRUTO														
1	07-ene-20	802	04-feb-20	28	15,00	40,00	16,68	282,5	682,0	11,52	3,73	1,82	CLASE B													
2	07-ene-20	803	04-feb-20	28	15,00	40,00	16,62	289,5	691,0	11,40	3,81	1,88		CLASE B												
3	07-ene-20	804	04-feb-20	28	15,00	40,00	16,67	289,5	690,0	11,28	4,44	2,17			CLASE B											
4	07-ene-20	805	04-feb-20	28	15,00	40,00	16,66	290,0	690,0	14,38	4,88	2,40				CLASE B										
5	07-ene-20	806	04-feb-20	28	15,00	40,00	16,67	284,5	691,0	14,18	4,72	2,37					CLASE B									
6	07-ene-20	807	04-feb-20	28	15,00	40,00	16,67	284,5	690,0	14,12	4,70	2,36						CLASE B								
7	07-ene-20	808	04-feb-20	28	15,00	40,00	16,65	282,5	690,0	13,90	4,66	2,31							CLASE B							
8	07-ene-20	809	04-feb-20	28	15,00	40,00	16,67	286,5	691,0	14,98	4,94	2,38								CLASE B						
9	07-ene-20	810	04-feb-20	28	15,00	40,00	16,66	282,0	690,0	13,28	4,27	2,10									CLASE B					
10	07-ene-20	811	04-feb-20	28	15,00	40,00	16,65	284,5	691,0	13,24	4,34	2,10										CLASE B				
11	07-ene-20	812	04-feb-20	28	15,00	40,00	16,67	286,0	691,0	13,54	4,48	2,21											CLASE B			
12	07-ene-20	813	04-feb-20	28	15,00	40,00	16,67	283,0	690,0	14,01	4,68	2,28												CLASE B		
13	07-ene-20	814	04-feb-20	28	15,00	40,00	16,66	282,5	691,0	12,46	4,12	2,03													CLASE B	
14	07-ene-20	815	04-feb-20	28	15,00	40,00	16,67	282,5	690,0	13,96	4,68	2,28														CLASE B
15	07-ene-20	816	04-feb-20	28	15,00	40,00	16,67	285,1	691,0	12,71	4,22	2,07														
PROMEDIO BLOQUE					15,00	40,00	16,67	283,68	690,80	13,23	4,45	2,17														

OBSERVACIONES: \* El fraccionamiento de la muestra se realizó en base a la tabla 2 de la norma ENEN 3006.

MANUEL VELAZQUEZ  
ING. DE MATERIALES



QR202001-0000

Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

## **ANEXO 27**

**Ensayo a Compresión a Edad de 28 Días de Bloques Tipo C=10% (CCA)  
según la Norma NTE INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

RF. No. 20-0054-1  
Hoja 11 de 20

Quito, 08 de marzo de 2020.

**SOLICITA:** VANESSA ALGAR, BETA CREALCO  
Abseñón: Yanesa Alagar, Beto Chabón

**Dirección:** Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

**PROYECTO:** DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CEMSA DE CARBONERA DE ABRIR EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES REBOSOS DE BOMBÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA NTEEN 2006.

**CONTRATISTA:** \*\*\*

**FISCALIZADOR:** \*\*\*

**FÁBRICA:** \*\*\*

**NORMA:** NTE EN 2006 2018

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

No.	FECHA FÁBRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	ESPAZADO (mm)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ÁREA		CARGA ROTURA (kN)	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGUN RESISTENCIA
								NETA (mm <sup>2</sup> )	BRUTA (mm <sup>2</sup> )		NETO (MPa)	BRUTO (MPa)	
1	08 ene-20	017 (10%)	05-Ago-20	28	10,07	40,00	10,00	286,1	815,2	12,00	3,09	1,30	CLASE B
2	08 ene-20	018 (10%)	05-Ago-20	28	10,00	40,00	10,77	280,3	802,3	11,00	3,01	1,30	
3	08 ene-20	019 (10%)	05-Ago-20	28	10,07	40,00	10,00	287,1	804,2	13,00	4,20	2,10	
4	08 ene-20	020 (10%)	05-Ago-20	28	10,07	40,00	10,00	286,2	804,2	14,00	4,71	2,35	
5	08 ene-20	021 (10%)	05-Ago-20	28	10,00	40,00	10,00	284,0	804,0	13,00	3,67	1,54	
6	08 ene-20	022 (10%)	05-Ago-20	28	10,00	40,00	10,00	286,8	805,8	12,00	4,30	2,10	
7	08 ene-20	023 (10%)	05-Ago-20	28	10,07	40,00	10,00	281,8	803,1	10,00	3,04	1,30	
8	08 ene-20	024 (10%)	05-Ago-20	28	10,00	40,00	10,00	283,3	801,3	13,00	4,00	2,30	
9	08 ene-20	025 (10%)	05-Ago-20	28	10,00	40,00	10,00	285,0	801,0	14,00	4,00	2,30	
10	08 ene-20	026 (10%)	05-Ago-20	28	10,00	40,00	10,00	286,0	801,0	13,00	4,30	2,30	
11	08 ene-20	027 (10%)	05-Ago-20	28	10,00	40,00	10,00	284,5	800,5	13,00	4,30	2,30	
12	08 ene-20	028 (10%)	05-Ago-20	28	10,00	40,00	10,00	284,5	800,5	13,00	4,30	2,30	
13	08 ene-20	029 (10%)	05-Ago-20	28	10,00	40,00	10,00	284,5	800,5	13,00	4,30	2,30	
14	08 ene-20	030 (10%)	05-Ago-20	28	10,00	40,00	10,00	287,5	801,5	13,00	4,40	2,17	
15	08 ene-20	031 (10%)	05-Ago-20	28	10,00	40,00	10,00	287,5	801,5	14,25	4,70	2,35	
PROMEDIO BLOQUE					10,04	40,00	10,00	285,21	802,30	13,33	4,40	2,17	

**OBSERVACIONES:**  
\* El momento es menor/mayor del diseño.  
\* La clasificación se basó en base a la tabla 6 de la norma NTEEN 2006.

VANESSA ALGAR  
INGENIERA DE MATERIALES



SGR20-021-1-002

Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía / Edif. Ing. Civil / Mezanine / Ofic. M15. Email: lemsur@epn.edu.ec



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

INF. No. 20-0054-1  
Página 12 de 20

Quito, 08 de marzo de 2020

SOLICITA: VARESSA AGUIRRE RITA CRALCO

Atención: Vaneza Alipaz Rita Chakra

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CEMSA DE CANARIELLA DE ARDUR EN EL TIEMPO DE FRAGUADO EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES VIGOSOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA NEN 3096

CONTRATISTA: \*\*\*

FINANCIADOR: \*\*\*

FÁBRICA: \*\*\*

NORMA: NEN 3096:2016

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

Nº.	FECHA FÁBRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	ESPAZADO (mm)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ÁREA		CARGA ROTURA (kN)	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGÚN RESISTENCIA
								NETA (mm <sup>2</sup> )	BRUTA (mm <sup>2</sup> )		NETO (MPa)	BRUTO (MPa)	
1	08 ene-20	C02 (10%)	05 Feb-20	28	15,10	40,10	16,00	200,0	600,0	14,00	4,39	2,28	CLASE B
2	08 ene-20	C03 (10%)	05 Feb-20	28	15,00	40,00	16,00	200,0	600,0	13,88	4,39	2,24	
3	08 ene-20	C04 (10%)	05 Feb-20	28	15,00	40,00	16,00	204,0	600,0	12,40	4,14	2,08	
4	08 ene-20	C05 (10%)	05 Feb-20	28	15,00	40,00	16,00	204,0	600,0	15,40	5,10	2,52	
5	08 ene-20	C06 (10%)	05 Feb-20	28	15,00	40,00	16,00	204,0	600,0	16,00	4,99	2,40	
6	08 ene-20	C07 (10%)	05 Feb-20	28	15,00	40,00	16,00	204,0	600,0	15,76	4,90	2,29	
7	08 ene-20	C08 (10%)	05 Feb-20	28	15,00	40,00	16,00	206,0	600,0	12,18	4,08	1,98	
8	08 ene-20	C08 (10%)	05 Feb-20	28	15,00	40,00	16,00	204,0	600,0	12,80	4,31	2,11	
9	08 ene-20	C08 (10%)	05 Feb-20	28	15,00	40,00	16,00	206,0	600,0	12,81	4,27	2,09	
10	08 ene-20	C01 (10%)	05 Feb-20	28	15,07	40,03	16,75	200,1	603,2	12,81	4,16	2,08	
11	08 ene-20	C02 (10%)	05 Feb-20	28	15,03	40,08	16,80	204,2	601,5	14,21	4,40	2,15	
12	08 ene-20	C03 (10%)	05 Feb-20	28	15,07	40,10	16,80	207,1	604,2	12,86	4,24	2,09	
13	08 ene-20	C04 (10%)	05 Feb-20	28	15,00	40,00	16,77	203,0	603,0	12,14	4,40	2,10	
14	08 ene-20	C03 (10%)	05 Feb-20	28	15,00	40,00	16,77	202,0	601,0	12,86	4,34	2,12	
15	08 ene-20	C04 (10%)	05 Feb-20	28	15,00	40,00	16,77	201,5	604,0	13,06	4,30	2,12	
PROMEDIO BLOQUE					15,02	40,02	16,84	204,14	601,30	13,02	4,40	2,17	

OBSERVACIONES:

\* El resultado es representativo del cilindro

\* La clasificación se basó en base a la tabla C de la norma NEN 3096

K. VILLALBA  
ING. CIVIL



RG-20-001-1.doc

Tel.: 2976300

Ext.: 1609

## **ANEXO 28**

**Ensayo a Compresión a Edad de 28 Días de Bloques Tipo D=15% (CCA)  
según la Norma NTE INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAPOSTERÍA

RF. N° 20-0054-1  
Hoja 15 de 20

Quito, 08 de marzo de 2020

SOLICITA: VANESSA ALGAR, RITA CICALI

Atención: Vanessa Algar, Rita Cicali

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA DEPENDENCIA DE LA TENSIÓN DE CAJARRILLA DE ARMIY EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES REFORZADOS DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA (NEN 3066)

CONTRATISTA: \*\*\*

FISCALIZADOR: \*\*\*

FÁBRICA: \*\*\*

NORMA: NTE INEN 3066:2016

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

N°	FECHA FABRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	ANCHO (CM)	LARGO (CM)	ALTO (CM)	ÁREA		CARGA ROTURA (kN)	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGUN RESISTENCIA													
								NETA (cm <sup>2</sup> )	BRUTA (cm <sup>2</sup> )		NETO (MPa)	BRUTO (MPa)														
1	08-ene-20	017 (19%)	08-ago-20	28	15,00	40,00	19,00	292,5	900,0	13,89	4,58	2,27	CLASE 2													
2	08-ene-20	018 (19%)	08-ago-20	28	15,00	40,00	19,00	292,0	900,0	12,31	4,05	1,98		CLASE 2												
3	08-ene-20	019 (19%)	08-ago-20	28	15,00	40,00	19,00	294,5	900,0	12,27	4,05	2,00			CLASE 2											
4	08-ene-20	020 (19%)	08-ago-20	28	15,00	40,00	19,00	293,0	900,0	11,32	3,79	1,85				CLASE 2										
5	08-ene-20	021 (19%)	08-ago-20	28	15,00	40,00	19,00	293,0	900,0	16,25	4,76	2,20					CLASE 2									
6	08-ene-20	022 (19%)	08-ago-20	28	15,00	40,00	19,00	293,0	900,0	13,29	4,40	2,17						CLASE 2								
7	08-ene-20	023 (19%)	08-ago-20	28	15,00	40,00	19,00	292,0	900,0	12,71	4,27	2,00							CLASE 2							
8	08-ene-20	024 (19%)	08-ago-20	28	15,00	40,00	19,00	294,0	900,0	13,20	4,11	2,01								CLASE 2						
9	08-ene-20	025 (19%)	08-ago-20	28	15,00	40,00	19,00	292,5	900,0	12,01	4,01	1,98									CLASE 2					
10	08-ene-20	026 (19%)	08-ago-20	28	15,00	40,00	19,00	294,0	900,0	12,51	4,03	1,97										CLASE 2				
11	08-ene-20	027 (19%)	08-ago-20	28	15,00	40,00	19,00	294,0	900,0	11,20	4,37	2,14											CLASE 2			
12	08-ene-20	028 (19%)	08-ago-20	28	15,00	40,00	19,00	294,0	900,0	13,30	4,47	2,16												CLASE 2		
13	08-ene-20	029 (19%)	08-ago-20	28	15,00	40,00	19,00	294,0	900,0	13,00	4,32	2,20													CLASE 2	
14	08-ene-20	030 (19%)	08-ago-20	28	15,00	40,00	19,00	294,0	900,0	12,37	4,40	2,16														CLASE 2
15	08-ene-20	031 (19%)	08-ago-20	28	15,00	40,00	19,00	294,0	900,0	10,54	5,16	2,56														
PROMEDIO BLOQUE					15,01	40,02	19,01	293,54	900,00	13,02	4,35	2,10														

OBSERVACIONES: \* El maestro es responsable del cliente.  
\* La clasificación se realizó en base a la tabla 9 de la norma NEN 3066.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
ING. CIVIL



BOF02-0012-000

Tel.: 2976300

Ext.: 1609



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

RF. No. 20-0054-1  
Hoja 16 de 20

Quito, 09 de marzo de 2020

**SOLICITA:** VARESA AGUIR, RITA CRISTAL

**Atribuye:** Varesa Aguir, Rita Cristal

**Dirección:** Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

**PROYECTO:** DETERMINACIÓN DE LA DIFERENCIA DE LA CENIZA DE CASABILLA DE ARROZ EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE ALGÚN TIPO DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA EN 3060.

**CONTRATISTA:** \*\*\*

**FISCALIZADOR:** \*\*\*

**FÁBRICA:** \*\*\*

**NORMA:** RTE EN 3060:2016

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

No.	FECHA FÁBRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ÁREA		CARGA ROTURA (kN)	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGÚN RESISTENCIA
								NETA (mm <sup>2</sup> )	BRUTA (mm <sup>2</sup> )		NETO (MPa)	BRUTO (MPa)	
1	08-ene-20	D0 (10%)	08-feb-20	28	15,00	40,00	19,00	292,3	801,3	11,85	4,01	1,80	CLASE B
2	08-ene-20	D0 (10%)	08-feb-20	28	15,00	40,00	19,80	295,5	805,5	11,70	3,71	1,81	
3	08-ene-20	D0 (10%)	08-feb-20	28	15,00	40,00	19,80	292,5	801,5	11,48	3,84	1,87	
4	08-ene-20	D0 (10%)	08-feb-20	28	15,00	40,00	19,80	294,3	801,3	11,91	4,05	2,27	
5	08-ene-20	D0 (10%)	08-feb-20	28	15,00	40,00	19,80	294,3	801,3	11,25	3,74	1,80	
6	08-ene-20	D0 (10%)	08-feb-20	28	15,00	40,00	19,80	295,5	801,5	11,74	4,00	2,20	
7	08-ene-20	D0 (10%)	08-feb-20	28	15,00	40,00	19,80	295,5	801,5	12,74	4,28	2,38	
8	08-ene-20	D0 (10%)	08-feb-20	28	15,00	40,00	19,80	295,5	801,5	12,73	4,28	2,38	
9	08-ene-20	D0 (10%)	08-feb-20	28	15,00	40,00	19,80	292,0	801,0	12,58	4,18	2,32	
10	08-ene-20	D0 (10%)	08-feb-20	28	15,00	40,00	19,80	292,0	801,0	11,30	4,00	1,86	
11	08-ene-20	D0 (10%)	08-feb-20	28	15,00	40,00	19,80	297,5	804,5	12,16	4,01	1,88	
12	08-ene-20	D0 (10%)	08-feb-20	28	15,00	40,00	19,80	295,0	801,0	11,08	3,70	1,80	
13	08-ene-20	D0 (10%)	08-feb-20	28	15,00	40,00	19,80	294,0	801,0	11,50	4,38	2,14	
14	08-ene-20	D0 (10%)	08-feb-20	28	15,00	40,00	19,80	294,0	801,0	11,30	3,77	1,80	
15	08-ene-20	D0 (10%)	08-feb-20	28	15,00	40,00	19,80	294,0	801,0	12,48	4,40	2,20	
PROMEDIO BLOQUE					15,01	40,00	19,84	293,49	800,86	12,29	4,10	2,20	

CONSIDERACIONES:

\* El número de representatividad del cliente.

\* La clasificación se realizó en base a la tabla 6 de la norma EN 3060.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



EPN-2019-0054-1-000

Tel.: 2976300

Ext.: 1609

## **ANEXO 29**

**Ensayo a Compresión a Edad de 28 Días de Bloques Tipo E=20% (CCA)  
según la Norma NTE INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

RF. No. 20-0054-1  
Hoja 18 de 20

Quito, 08 de marzo de 2020

**SOLICITA:** VANESSA AGUIAR, RITA CHALCHI

**Atención:** Vanessa Aguiar, Rita Chalchi

**Dirección:** Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

**PROYECTO:** DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASABILLA DE ARRIO EN EL TIEMPO DE FRAGUADO EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DIVISION DE BORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3006

**CONTRATISTA:** \*\*\*

**FISCALIZADOR:** \*\*\*

**FÁBRICA:** \*\*\*

**NORMA:** NTE INEN 3046:2010

UNIDADES PARA ENSAYO A COMPRESIÓN

No.	FECHA FÁBRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ÁREA		CARGA ROTURA (N)	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGUN RESISTENCIA
								NETA (mm <sup>2</sup> )	BRUTA (mm <sup>2</sup> )		NETO (MPa)	BRUTO (MPa)	
1	10 ene-20	E17 (20%)	07 Feb-20	28	10,20	40,00	10,00	292,0	600,0	10,70	5,60	1,70	CLASE C
2	10 ene-20	E18 (20%)	07 Feb-20	28	10,20	40,00	10,00	292,0	600,0	10,70	5,61	1,70	
3	10 ene-20	E19 (20%)	07 Feb-20	28	10,07	40,00	10,00	296,1	600,0	9,97	5,30	1,60	
4	10 ene-20	E20 (20%)	07 Feb-20	28	10,00	40,00	10,00	292,0	600,0	12,07	6,00	1,90	
5	10 ene-20	E21 (20%)	07 Feb-20	28	10,00	40,00	10,00	290,0	600,0	12,10	6,00	1,90	
6	10 ene-20	E22 (20%)	07 Feb-20	28	10,00	40,00	10,00	294,0	600,0	11,90	5,70	1,80	
7	10 ene-20	E23 (20%)	07 Feb-20	28	10,00	40,00	10,00	290,0	600,0	11,90	5,90	1,90	
8	10 ene-20	E24 (20%)	07 Feb-20	28	10,00	40,00	10,00	290,0	600,0	11,90	5,90	1,90	
9	10 ene-20	E25 (20%)	07 Feb-20	28	10,00	40,00	10,00	290,0	600,0	11,90	5,90	1,90	
10	10 ene-20	E26 (20%)	07 Feb-20	28	10,00	40,00	10,00	294,0	600,0	11,90	5,90	1,90	
11	10 ene-20	E27 (20%)	07 Feb-20	28	10,00	40,00	10,00	292,0	600,0	12,00	6,00	1,90	
12	10 ene-20	E28 (20%)	07 Feb-20	28	10,00	40,00	10,00	290,0	600,0	11,90	5,70	1,80	
13	10 ene-20	E29 (20%)	07 Feb-20	28	10,00	40,00	10,00	290,0	600,0	11,90	5,90	1,90	
14	10 ene-20	E30 (20%)	07 Feb-20	28	10,00	40,00	10,00	290,0	600,0	11,70	5,90	1,90	
15	10 ene-20	E31 (20%)	07 Feb-20	28	10,00	40,00	10,00	290,0	600,0	11,90	5,70	1,80	
<b>PROMEDIO BLOQUE</b>					10,07	40,00	10,00	291,60	600,00	11,24	5,70	1,80	

**OBSERVACIONES:** \* El ensayo se realizó en el día 08 de marzo de 2020.  
\* La clasificación se realizó en base a la tabla 5 de la norma INEN 3006.

DR. VICENTE SUAREZ  
Jefe de Laboratorio



2020-011-1-000

Tel.: 2976300  
Ext.: 1609



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

RF. No. 20-00541  
Hoja 20 de 20

Quito, 08 de marzo de 2020

SOLICITA: YANESSA AGUIR, RITA GUALEO

Atención: Yanessa Aguir, Rita Gualdeo

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CEMENTA DE CASCAJILLA DE ARRIVO EN EL TIEMPO DE FRAGUADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES MEXICANOS DE HIBRIDACIÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEM 2006

CONTRATISTA: \*\*\*

FINANCIADOR: \*\*\*

FÁBRICA: \*\*\*

NORMA: NTC INEM 2006:2014

UNIDADES PARA ENVÍO A COMPRESIÓN

No.	FECHA FABRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	ÁREA		CARGA ROTURA (N)	ESFUERZO		CLASIFICACIÓN SEGUN RESISTENCIA
								NETA (mm <sup>2</sup> )	BRUTA (mm <sup>2</sup> )		NETO (MPa)	BRUTO (MPa)	
1	10-ene-20	E32 (20%)	07-ago-20	29	15,07	40,00	16,80	266,1	803,2	10,98	3,52	1,72	CLASE C
2	10-ene-20	E33 (20%)	07-ago-20	29	15,00	40,00	16,71	265,3	803,2	11,01	3,55	1,67	
3	10-ene-20	E34 (20%)	07-ago-20	29	15,07	40,00	16,81	267,1	804,2	12,98	4,14	2,04	
4	10-ene-20	E35 (20%)	07-ago-20	29	15,07	40,00	16,80	266,2	804,2	11,08	3,52	1,70	
5	10-ene-20	E36 (20%)	07-ago-20	29	15,10	40,00	16,80	264,8	804,0	12,34	4,12	2,01	
6	10-ene-20	E37 (20%)	07-ago-20	29	15,07	40,00	16,80	264,1	803,2	11,05	3,56	1,70	
7	10-ene-20	E38 (20%)	07-ago-20	29	15,00	40,00	16,87	266,9	803,0	11,79	4,00	1,92	
8	10-ene-20	E39 (20%)	07-ago-20	29	15,00	40,00	16,70	262,3	801,3	10,36	3,48	1,66	
9	10-ene-20	E40 (20%)	07-ago-20	29	15,00	40,00	16,85	265,0	801,0	11,23	3,70	1,82	
10	10-ene-20	E41 (20%)	07-ago-20	29	15,00	40,00	16,87	266,0	801,0	11,34	3,65	1,82	
11	10-ene-20	E42 (20%)	07-ago-20	29	15,00	40,00	16,83	265,8	801,8	12,24	4,06	1,98	
12	10-ene-20	E43 (20%)	07-ago-20	29	15,06	40,00	16,80	266,0	801,0	10,98	3,54	1,74	
13	10-ene-20	E44 (20%)	07-ago-20	29	15,00	40,00	16,80	264,3	802,3	11,70	3,90	1,90	
14	10-ene-20	E45 (20%)	07-ago-20	29	15,00	40,00	16,80	267,3	804,3	11,82	3,90	1,94	
15	10-ene-20	E46 (20%)	07-ago-20	29	15,00	40,00	16,80	267,0	805,0	10,80	3,60	1,78	
PROMEDIO BLOQUE					15,04	40,00	16,81	264,94	802,12	11,47	3,81	1,87	

OBSERVACIONES: \* El contenido es responsabilidad del cliente.  
\* La clasificación es según se indica en la tabla 5 de la norma INEM 2006.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
ING. JOSÉ A. GARCÍA



RQ20-001-2020

Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

**ANEXO 30**

**Ensayo de Absorción de Bloques Tipo A=0% (CCA) según la Norma NTE  
INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



ABSORCIÓN DE MAMPOSTERÍA

RP, No 20-00564  
Hoja 01 de 03

Quito, 09 de marzo de 2020

SOLICITA: YONISSA ANAQUE RIVERA CHACUI

Atracción: Yoniss Alpaín Riva Chacui

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía EPN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CEREJA DE CASCAJILLA DE ARRIVE EN EL TIEMPO DE FRASEADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUETES DE HORMIGÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3068

CONTRATISTA: ---

FISCALIZADOR: ---

MUESTRA: DRYGADAS

NORMA: INEN 3068:2018

UNIDADES PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN Y DIMENSIONES

Nº	FECHA FABRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ESPEZOR (mm)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	MASA SATURADA (mg)	MASA SUMERGIDA (mg)	MASA SECA (mg)	ABSORCIÓN (%)	GRANDEZA (µg/m²)	VOLUMEN NETO (mm³)	ÁREA NETA PROMEDIO (mm²)
1	06/01/2020	A40 (0%)	06/03/2020	60	15,00	40,00	19,77	12,10	6,40	8,08	21,15	1312,80	704730	38472,34
2	06/01/2020	A40 (0%)	06/03/2020	60	15,00	40,00	19,80	11,12	5,20	6,36	24,88	1236,75	724330	38270,45
3	06/01/2020	A40 (0%)	06/03/2020	60	15,00	40,00	19,89	11,52	6,18	6,43	22,18	1284,07	730660	38362,27
PROMEDIO								11,24	4,20	6,46	22,67	1279,20	728400	37245,02

OBSERVACIONES: - El miembro es responsable del cliente



ABSOR20-001-1.docx

Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía / Edif. Ing. Civil / Mezanine / Ofic. M15 Email: lemsur@epn.edu.ec

**ANEXO 31**

**Ensayo de Absorción de Bloques Tipo B=5% (CCA) según la Norma NTE  
INEN 3066.**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



ABSORCIÓN DE MAMPOSTERÍA

RF: No. 20-0054  
Hoja 02 de 05

Quito, 08 de marzo de 2020

OBJETO: VARESSA ANAJE, ITZA CHALCO

Atención: Yvanna Rojas, Ite Chako

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía-078

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CEREA DE CACAPILLA DE ARRIBI EN EL TIEMPO DE FRAGADO EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES MUESTRAS DE MAMPOSTERÍA QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3000

CONTRATISTA: ----

FISCALIZADOR: ----

MUESTRA: INDICADAS

NORMA: EN 3000 2018

UNIDADES PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN Y DIMENSIONES

Nº	FECHA FÁBRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ESPA	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	MASA SATURADA (kg)	MASA SECA (kg)	MASA MOJADA (kg)	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN NETO (mm <sup>3</sup> )	ÁREA NETA PROMEDIO (mm <sup>2</sup> )
1	07/01/2020	B44 (2%)	08/03/2020	50	107,0	402,00	16,00	11,28	3,04	8,27	22,43	1274,00	703180	35275,08
2	07/01/2020	B44 (2%)	08/03/2020	50	107,00	402,00	16,00	11,56	3,23	8,82	27,00	1246,70	771360	38223,60
3	07/01/2020	B50 (5%)	08/03/2020	50	107,00	402,00	16,77	11,40	4,00	8,27	20,00	1264,04	738180	37075,02
PROMEDIO								11,34	3,49	8,28	22,81	1260,23	738700	37087,24

OBSERVACIONES: - El número de responsabilidad del cliente.



ARRGPO2-001-1.docx

Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía / Edif. Ing. Civil / Mezanina / Ofic. M15 Email: lemsur@epn.edu.ec

**ANEXO 32**

**Ensayo de Absorción de Bloques Tipo C=10% (CCA) según la Norma NTE  
INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



ABSORCIÓN DE MAMPOSTERÍA

RF. N.º 20-0058-I  
Hoja 03 de 05

Quito, 09 de marzo de 2020

**SOLICITA:** YANESSA AGAÑE, RITA CHALCO  
**Atención:** Yessica Aguiar, Rita Chales  
**Dirección:** Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía - QTO

**PROYECTO:** DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CARGA DE CARCAMELA DE ARBOL EN EL TIEMPO DE FRASEADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE HORDÓN QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA INEN 3046

**CONTRATISTA:** ----

**FISCALIZADOR:** ----

**MUESTRA:** INDICADAS

**NORMA:** INEN 3000:2018

UNIDADES PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN Y DIMENSIONES

N.º	FECHA FABRICA	ORIGEN	FECHA DE ENVÍO	EDAD (días)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	MASA SATURADA (kg)	MASA SECA (kg)	MASA SECA (kg)	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m³)	VOLUMEN NETO (mm³)	AREA NETA PROMEDIO (mm²)
1	06/01/2020	CH (10%)	06/03/2020	58	115,00	402,00	45,70	10,81	9,97	8,03	21,52	1174,25	728030	36191,50
2	06/01/2020	CA (10%)	06/03/2020	58	115,00	402,00	45,40	11,22	9,96	8,54	26,88	1249,79	728030	36012,36
3	06/01/2020	CS (10%)	06/03/2020	58	115,00	411,70	46,00	11,07	9,90	8,86	27,88	1236,24	717180	36036,18
				<b>PROMEDIO</b>				11,03	9,91	8,87	25,31	1199,39	728030	36045,41

**OBSERVACIONES:** - El número es responsabilidad del cliente.



ABSORCIÓN 001-I.doc

Tel.: 2976300

Ext.: 1609

**ANEXO 33**

**Ensayo de Absorción de Bloques Tipo D=15% (CCA) según la Norma NTE  
INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



ABSORCIÓN DE MAMPOSTERÍA

FF. No. 20-0004  
Hoja 04 de 05

Quito, 09 de marzo de 2020

**SOLICITA:** YAMIRVA ANAJE, RITA CHALCO  
**Atención:** Yimara Ajaja, Rita Chales  
**Dirección:** Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía - EPN

**PROYECTO:** DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CEMSA DE CANARIELLA DE AJERJE EN EL TIEMPO DE FRIGÍDADO, EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES MUESTRAS DE MAMPOSTERÍA QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA ENEN 3066

**CONTRATISTA:** ---  
**FINANCIADOR:** ---  
**MUESTRA:** INDICADAS  
**NORMA:** ENEN 3066 2016

UNIDADES PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN Y DIMENSIONES

Nº.	FECHA FÁBRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Mes)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTO (cm)	MASA SATURADA (kg)	MASA SUMERGIDA (kg)	MASA SECA (kg)	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN NETO (mm <sup>3</sup> )	ÁREA NETA PROMEDIO (mm <sup>2</sup> )
1	06/01/2020	D40 (15%)	06/03/2020	07	15.00	40.00	20.00	11.27	9.00	9.04	20.00	1238.00	720000	36000.00
2	06/01/2020	D40 (10%)	06/03/2020	07	15.00	40.00	19.80	11.10	8.90	8.73	27.30	1230.00	720000	36000.00
3	06/01/2020	D20 (15%)	06/03/2020	07	15.00	40.00	19.80	11.10	8.90	8.90	20.00	1230.00	720000	36000.00
<b>PROMEDIO</b>								11.17	8.90	8.91	24.17	1230.00	720000	36000.00

OBSERVACIONES: - El resultado es responsabilidad del cliente



ABSORCIÓN-001-1.666

Tel.: 2976300  
Ext.: 1609

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía / Edif. Ing. Civil / Mercurio / Ofc. M15 Email: [laboratorio@epn.edu.ec](mailto:laboratorio@epn.edu.ec)

**ANEXO 34**

**Ensayo de Absorción de Bloques Tipo E=20% (CCA) según la Norma NTE  
INEN 3066**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



ABSORCIÓN DE MAMPOSTERÍA

R.F. No. 20-00004  
Hoja 05 de 05

Quito, 09 de marzo de 2020

OBJETIVO: VANESSA AGUIR, RITA CHALCO

Atención: Viento Agua, Ssa Chulo

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía-EPN

PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA CORTA DE CASCABELLA DE ABSORCIÓN EN EL TIEMPO DE PLANTADO, EN LA ELABORACIÓN DE MUESTRAS MECANAS DE MAMPOSTERÍA QUE CUMPLAN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA DIN EN 3046

CONTRATISTA: ---

FISCALIZADOR: ---

MUESTRA: MECANAS

NORMA: RIN 2009-2018

UNIDADES PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN Y DIMENSIONES

Nº	FECHA FABRICA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ESPOD (mm)	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	MSA SATURADA (kg)	MSA HIBRIDADA (kg)	MSA SECA (kg)	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN NETO (mm <sup>3</sup> )	ÁREA NETA PROMEDIO (mm <sup>2</sup> )
1	15/01/2020	E40 (20%)	06/03/2020	50	15,00	40,00	20,00	11,39	9,79	8,89	24,11	1171,36	732600	38942,50
2	15/01/2020	E40 (20%)	06/03/2020	50	15,00	40,00	18,00	11,17	9,79	8,79	21,24	1190,04	731430	37061,16
3	15/01/2020	E81 (20%)	06/03/2020	50	15,00	40,00	19,00	11,42	4,00	8,00	20,41	1202,46	733030	38075,36
PROMEDIO								11,27	9,47	8,74	24,26	1190,00	734910	38075,36

OBSERVACIONES: - El material es responsabilidad del cliente.



*[Handwritten signature]*  
 RITA CHALCO  
 INGENIERA DE MATERIALES  
 INGENIERA CIVIL-EPN



AS202005-001-1-000

Tel.: 2976300

Ext.: 1609

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía / Edif. Ing. Civil / Mezapino / Ofic. M15 - Email: [lemsur@epn.edu.ec](mailto:lemsur@epn.edu.ec)