



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**“APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE ARROZ EN
ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ALIVIANAMIENTO,
CANTÓN JOYA DE LOS SACHAS, ORELLANA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORA: EDITH NOEMÍ TANGUILA VARGAS

TUTOR: DR. EDGAR IVÁN RAMOS SEVILLA.

Orellana – Ecuador
2018

©2018, Edith Noemí Tanguila Vargas

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El tribunal de Trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación “APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE ARROZ EN ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ALIVIANAMIENTO, CANTÓN JOYA DE LOS SACHAS, ORELLANA”, de responsabilidad de la señora: Edith Noemí Tanguila Vargas, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Dr. Edgar Iván Ramos Sevilla.

DIRECTOR DEL TRABAJO

DE TITULACIÓN

Dr. Luis Elías Guevara Ñíguez.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Edith Noemí Tanguila Vargas, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales .Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación

Riobamba 15 de Febrero del 2018

Edith Noemí Tanguila Vargas

Yo, Edith Noemí Tanguila Vargas, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

EDITH

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo se lo dedico a toda mi familia en especial a mis padres. A mi madre María Vargas y a mi padre César Tanguila, pilares de mi vida y por su apoyo, ejemplo, sacrificio y amor incondicional, por creer en mí por sus palabras de aliento y bendiciones.

A mi hijo Danny por ser la alegría de mi vida y darme la fuerza necesaria para cumplir mis metas y quien ha sido el motor principal para culminar este trabajo.

A mis hermanas: Sandra, Dina, María, Dayana y Andrea por esas bellas palabras y consejos que me motivaron para culminar mis estudios.

EDITH

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por ser la luz que guía mi camino por haberme dado la fuerza y valor necesario durante toda mi carrera y que con su bendición llegue a culminar una etapa muy importante en mi vida.

A mis padres César y María por ser el pilar fundamental y por su apoyo incondicional en todo momento, que siempre han deseado lo mejor para mí.

A mis amigas y a cada uno de ellos que me brindaron su apoyo sin nada a cambio, gracias totales.

A mi Director de Tesis Dr. Edgar Iván Ramos Sevilla, por su valiosa colaboración y asesoramiento y por haberme compartido sus conocimientos para la realización del presente trabajo.

EDITH

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
SUMMARY	¡Error! Marcador no definido.

CAPITULO I

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	JUSTIFICACIÓN.	2
1.2	OBJETIVOS	3
1.2.1	<i>Objetivo General.</i>	3
1.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	3

CAPITULO II

2	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	4
2.1	Antecedentes de la investigación	4
2.2	Residuo sólido.....	6
2.2.1	<i>Clasificación de los residuos sólidos, dependiendo del origen de su generación en dos tipos:</i>	7
2.3	Residuos sólidos urbanos (RSU).....	7
2.3.1	<i>Clasificación de los residuos Sólidos (RS)</i>	7
2.3.1.1	Por su composición.....	7
2.3.1.2	De acuerdo a su origen se clasifican.....	8
2.3.1.3	Por el tipo de manejo	9

2.4	Sistema de manejo de residuos sólidos	9
2.5	Reducir, Reutilizar y Reciclar	10
2.6	Residuos sólidos en el Ecuador	11
2.7	Prácticas relacionadas a los residuos sólidos en el Ecuador	12
2.7.1	<i>Reaprovechamiento de residuos</i>	13
2.8	Cascarilla de arroz	13
2.8.1	<i>Propiedades de la cascarilla de arroz</i>	15
2.8.2	<i>Composición de la cascara de arroz</i>	15
2.8.3	<i>Principales características y clasificación</i>	16
2.8.4	<i>Composición química de la cascarilla de arroz</i>	17
2.8.5	<i>Cenizas de Cascarilla de arroz</i>	18
2.8.6	<i>Uso de la cascarilla de arroz</i>	18
2.9	Cemento portland	20
2.9.1	<i>Composición química del cemento</i>	21
2.9.1.1	Silicato tricálcico	21
2.9.1.2	Silicato dicálcico	21
2.9.1.3	Aluminio tricálcico y aluminio tetracálcico	22
2.9.1.4	Óxido de magnesio	22
2.9.1.5	Trióxido de azufre	22
2.9.1.6	Óxido de Potasio y óxido de sodio	23
2.9.2	<i>Reacción inicial</i>	23
2.9.2.1	Clasificación	23
2.9.2.2	Características físicas y mecánicas del cemento	23
2.10	Concreto	24
2.11	Los agregados	24
2.11.1	<i>Funciones de los agregados</i>	25

2.11.2	<i>Arena o árido fino</i>	25
2.11.3	<i>Grava, chispa o árido grueso</i>	26
2.11.4	<i>Agua</i>	26
2.12	Bloque	26
2.12.1	<i>Clasificación de acuerdo al uso de los bloques</i>	26
2.12.2	<i>Dimensiones</i>	27
2.12.2.1	Dimensiones efectivas.....	28
2.12.2.2	Dimensiones nominales.....	28
2.13	Proceso de Fabricación	28
2.14	Resistencia a compresión	28
2.15	Marco Legal	28

CAPITULO III

3	MARCO METODOLÓGICO	30
3.1	Área de estudio	30
3.1.1	<i>Ubicación geográfica</i>	30
3.1.1.1	Macrolocalización.....	30
3.1.1.2	Microlocalización.....	30
3.2	Metodología	33
3.2.1	<i>Tipo y diseño de Investigación</i>	33
3.2.2	<i>El diseño de la investigación</i>	33
3.2.3	<i>Unidad de análisis</i>	34
3.2.4	<i>Población de estudio</i>	34
3.2.5	<i>Técnicas de recolección de datos</i>	34
3.3	Marco experimental, desarrollo de procedimiento	34
3.3.1	<i>Elaboración y ensayo de bloques de alivianamiento con cascarilla de arroz</i>	34

3.3.2	<i>Recolección de la muestra</i>	36
3.3.3	<i>Análisis físico químico de la cascara de arroz</i>	37
3.3.3.1	Caracterización física de la cascara de arroz.....	37
3.3.3.2	Humedad.....	37
3.3.3.3	Absorción.....	38
3.3.3.4	Peso específico	38
3.3.4	<i>Caracterización química de la cascara de arroz</i>	39
3.3.4.1	Dosificación para la obtención de los bloques de alivianamiento	40
3.3.5	<i>Materiales empleados</i>	43
3.3.5.1	Tratamiento 1.....	43
3.3.5.2	Tratamiento 2.....	43
3.3.5.3	Tratamiento 3.....	44
3.3.5.4	Tratamiento 4.....	44
3.3.6	<i>Proceso para la elaboración de los bloques de alivianamiento con cascara de arroz</i>	45

CAPÍTULO IV

4	MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49
4.1	Resultados de la caracterización física de la cascara de arroz	49
4.1.1	<i>Contenido de humedad</i>	49
4.1.2	<i>Porcentaje de absorción de agua</i>	49
4.1.3	<i>Peso específico</i>	50
4.2	Resultados de las Pruebas Mecánicas	51
4.3	Análisis Estadístico	53
4.3.1	<i>Discusión:</i>	54
4.3.2	<i>Discusión</i>	55

4.3.3	<i>Discusión</i>	56
	CONCLUSIONES	57
	RECOMENDACIONES	58
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Composición de la cascara de arroz a nivel mundial.....	16
Tabla 2-2: Composición Química de la Cascarilla de arroz y de las cenizas de la cascarilla de arroz.....	17
Tabla 3-2: Estudios sobre alternativas de uso de cascarilla de arroz	19
Tabla 4-2: Componentes del cemento portland.....	21
Tabla 5-2: Clasificación de bloques de acuerdo a sus usos.....	27
Tabla 6-2: Dimensiones de los bloques	27
Tabla 1-3: Ubicación político administrativo del proyecto.....	30
Tabla 2-3: Coordenadas del lugar de la muestra	31
Tabla 3-3: Coordenadas de la bloquera.....	32
Tabla 4-3: Parámetro químicos analizados	39
Tabla 5-3: Tratamientos de los bloques de alivianamiento.....	42
Tabla 6-3: Numero de bloques obtenidos en cada tratamiento	42
Tabla 7-3: Composición de agregados en el tratamiento 1 en porcentajes	43
Tabla 8-3: Composición de agregados en el tratamiento 2 en porcentajes	44
Tabla 9-3: Composición de agregados en el tratamiento 3 en porcentajes	44
Tabla 10-3: Composición de agregados en el tratamiento 4 en porcentajes	44
Tabla 1-4: Capacidad de absorción dela cascarilla de arroz	49
Tabla 2-4: Resistencia de los bloques a la comprensión.....	51
Tabla 3-4: Resultado de % absorción de los bloques.....	52
Tabla 4-4: Resultado de peso de los bloques de alivianamiento.....	53
Tabla 5-4: Prueba T Multivariado de resistencia	54
Tabla 6-4: Prueba T de Peso	55
Tabla 7-4: Prueba T de Absorción	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Manejo de residuos sólidos	11
Figura 2-2: Clasificación de los desechos.....	12
Figura 3-2: Tratamiento de la basura fuera de los hogares.	12
Figura 4-2: Hogares con conocimiento de prácticas de reciclaje.....	13
Figura 1-3: Ubicación sitio de toma de muestra	31
Figura 2-3. Ubicación de la bloquera.....	32
Figura 3-3: Proceso de elaboración de bloques.....	36
Figura 4-3: Diagrama de diseño y modelo de bloques.....	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-4: Prueba de Resistencia de bloques de alivianamiento	54
Gráfico 2-4: Medición de pesos de bloques de alivianamiento.....	55
Gráfico 3-4: Prueba de porcentaje de absorción	56

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1: Cascarilla de arroz.....	15
Fotografía 2-2: Muestra de cascarilla de arroz.....	15
Fotografía 1-3: Muestra de cascarilla de arroz en la piladora	37
Fotografía 2-3: Pruebas de absorción de la cascarilla de arroz.	38
Fotografía 3-3: Determinación del peso específico de la cascarilla de arroz	39
Fotografía 4-3: Peso de agregados	45
Fotografía 5-3: Mezcla de agregados	45
Fotografía 6-3: Mezclado y adición de agua necesaria para la mezcla	46
Fotografía 7-3: Compactación y vibrado de la mezcla	46
Fotografía 8-3: Obtención de bloques de alivianamiento	47
Fotografía 9-3: Curado de bloques.....	47
Fotografía 10-3: Traslado de las muestras al Laboratorio.....	48
Fotografía 1-4: Prueba de resistencia.....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A: Cascarilla de arroz después del pilado
- Anexo B: Recolección de la cascarilla de Arroz
- Anexo C: Vaciado de la muestra
- Anexo D: Muestra expuesta al sol
- Anexo E: Molida de la Cascarilla de arroz con molino manual
- Anexo F: Peso de Agregados bloques de prueba
- Anexo G: Mezcla manual de los agregados para muestras de ensayo
- Anexo H: Mezcla de la cascarilla de arroz en el tambor
- Anexo I: Adición de agua en la mezcla
- Anexo J: Colocación de la mezcla en la prensadora
- Anexo K: Vibración y compactación de la mezcla
- Anexo L: Obtención de Bloques
- Anexo M: Compactación de bloques después del vibrado
- Anexo N: Extracción de los bloques y transporte del área de fraguado
- Anexo O: Área de fraguado
- Anexo P: Extracción de los bloques
- Anexo Q: Movilización de bloques al área de fraguado
- Anexo R: Limpieza de grumos alrededor de los bloques
- Anexo S: Tratamiento en el área de fraguado
- Anexo T: Curado de las muestras tratamiento 1
- Anexo U: Curado de los bloques tratamiento 4
- Anexo V: Prueba de resistencia de bloques
- Anexo W: Prueba de resistencia tratamiento 2 y tratamiento 3
- Anexo X: Traslado de muestras al Laboratorio

RESUMEN.

La presente investigación tuvo como objetivo aprovechar la cascarilla de arroz en elaboración de bloques de alivianamiento, cantón Joya de los Sachas, Orellana, que serán utilizados en el campo de la construcción, destacando algunas características de los bloques convencionales en resistencia y peso. Se realizaron análisis físico químicos para conocer su composición, los análisis físicos mostraron un contenido de humedad de 7,17%, capacidad de absorción 54% y peso específico de 4.903 N/m³. Los análisis químicos como pH 6,76, Carbono 1,79%, Nitrogeno total 0,15 y silicio 78,27%. Determinadas las características de la cascarilla de arroz se formularon cuatro tipos de tratamiento para la fabricación de los bloques, el primer tratamiento con 44 % de cascarilla de arroz, el segundo tratamiento 53% de cascarilla de arroz, el tercer tratamiento 65% cascarilla de arroz y el cuarto tratamiento 50% de cascarilla de arroz. Se sometió a pruebas físicas y mecánicas los bloques a pruebas de compresión, absorción y peso. Obteniendo resultado que en el tratamiento 1 tiene una resistencia 15,77 Kg/cm², 13,13 % de absorción y 3,6215 kg de peso, tratamiento 2 20Kg/cm², 13,37 % de absorción y 3,5857 kg de peso, tratamiento 3 10,07 Kg/cm², 13,66 % de absorción y 3,5787 de peso, tratamiento 4 19,42 Kg/cm², 13,94 % de absorción y 3,7057 de peso. Concluyendo según los resultados que el tratamiento 2 es el más adecuado con resistencia de 20kg/cm² y un peso de 3,5857 kg, comprobándose que el uso de la cascarilla de arroz en la fabricación de los bloques es posible ya que mejora las propiedades físicas y mecánicas de los bloques convencionales, además de reducir el impacto negativo al ambiente y se reduce el costo de producción. Se recomienda a futuras investigaciones a este tipo de investigación realizar pruebas para conocer su capacidad como aislante acústico a nivel laboratorio.

Palabras Clave: <BIOTECNOLOGÍA>, <INGENIERÍA AMBIENTAL>, <BLOQUES DE ALIVIANAMIENTO>, <CASCARILLA DE ARROZ (*Oriza sativa*)>, <RESIDUOS ORGÁNICOS>, <ORELLANA (PROVINCIA)>.

ABSTRACT

This research had as objective to take advantage of the rice husk in the development of lightening blocks, Joya de los Sachas, Orellana Canton, which will be used in the field of construction, highlighting some characteristics of conventional blocks in strength and weight. Chemical and physical analysis were done to know its composition, physical analysis showed a moisture content of 7,17 % absorption capacity 54% and specific weigh of 4.903N/m³. Chemical analysis as pH 6,76, Carbon 1,79%, total Nitrogen 0,15 and silicium 78,27%. After determining the characteristics of the rice husk, four types of treatment were formulated for the manufacture of the blocks, the first treatment with 44% rice husk, the second treatment 53% rice husk, the third treatment 65% rice husk and the fourth treatment 50% or rice husk. The blocks were subjected to physical and mechanical tests for comprehension, absorption and weight tests. Obtaining results that in the treatment 1 has a resistance 15,77Kg/cm², 13,13 % of absorption and 3,6215 Kg of weight, treatment 2 20Kg/cm², 13,37 % of absorption and 3,5857 Kg of weight, treatment 3 10,07 Kg/cm², 13,66 % absorption and 3,5787 weight, treatment 4 19,42 Kg/cm², 13,94 % absorption and 3,7057 weight. Concluding according to the results that treatment 2 is the most suitable with resistance of 20kg/cm² and a weight of 3, 5857 kg, verifying that the use of rice husk in the manufacture of the blocks is possible since it improves the physical properties and mechanics of conventional blocks, in addition to reducing the negative impact on the environment and reducing the cost of production. It is recommended to future research to this kind of research to perform tests to know its capacity as acoustic insulation at laboratory level.

Palabras claves: <BIOTECHNOLOGY>, <ENVIRONMENTAL ENGINEERING>, <LIGHTENING BLOCKS>, <RICE HUSK (*Oriza sativa*)>, <ORGANIC RESIDUES>, <ORELLANA (PROVINCE)>.

CAPITULO I

1 INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la preocupación por los problemas de contaminación ambiental se ha ido incrementando en todos los ámbitos productivos e industriales, actividades que sustentan el desarrollo económico de la sociedad, desde las actividades agrícolas e industriales. El manejo de residuos sólidos es uno de los principales problemas ambientales que se enfrenta todas las ciudades del mundo conforme aumenta la población mayor es la generación de desecho.

Los residuos sólidos es uno de los principales problemas a nivel mundial que es el resultado de lo que a diario se genera en cada una de las actividades que realizamos, debido a ello nace la preocupación de autoridades e instituciones especializadas en la búsqueda de alternativas concretas para la solución de este problema que se viene suscitando.

Un residuo sólido se define como cualquier tipo de objeto o material de desecho o basura que se produce tras la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo y que se abandona después de ser utilizado. La cascarilla de arroz siempre se ha considerado como un desecho por lo que se pone de manifiesto el aprovechar de este recurso para poder elaborar cosas productivas no solo se puede producir material de construcción sino que existen alternativas de uso para la cascarilla de arroz.

A nivel mundial se elaboran millones de bloques durante todo el año, siendo los responsables de la emisión a la atmósfera de unos 800 millones de toneladas de CO₂, debido principalmente a los combustibles fósiles utilizados durante su proceso de cocción. Simplemente este dato debiera preocupar a todos, promover el uso de bloques ecológicos amigable con el ambiente.

Bloques que aprovechan la ceniza del carbón, plástico usado, que convierten la humedad ambiental en aguas o que utilizan materiales naturales como el cáñamo de paja, cascarilla de arroz, raquis de palma, equipos de investigación e iniciativas ecológicas promueven el uso de varios modelos de bloques ecológicos.

Al utilizar los bloques de alivianamiento, se reduce el gasto en energía y materias primas que requieren estas piezas de concreto, ayudando así al ambiente y a construir cercos, casas con propiedades más ecológicas.

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) en el Cantón Joya de los Sachas perteneciente a la Provincia de Orellana existen más de 2.500 hectáreas destinada a la producción de arroz. Por lo tanto el problema representa más de 300 toneladas que cada año quedan como desperdicio en las piladoras de arroz del Cantón tras la extracción de la gramínea.

Los grandes volúmenes de cascarilla de arroz que quedan después del pilado los cuales afectan al suelo, aire, y agua los mismos que no tienen un uso definido todo estos problemas en gran parte se le atribuye al poblador que hasta la fecha desconoce la forma de segregación, desconociendo el problema que se genera en la salud, seguridad, ambientales y legales.

En tal sentido, el presente trabajo de investigación, pretende contribuir a generar una información inicial en base a la caracterización del residuo, con el fin de utilizarla como agregados para la elaboración de bloques de alivianamiento como una manera de minimizar el impacto que se genera al ambiente.

1.1 JUSTIFICACIÓN.

Aproximadamente el 20% en peso de arroz cosechado corresponde a la cascarilla de arroz; gran parte de este material no se utilizan o son quemados contaminando el ambiente. Dichos residuos se puede dar un uso para producir de una manera sustentable, incentivando a la comunidad industrial invertir en un mercado no explotado y sobre todo de relativa baja inversión.

Por lo cual es necesario la elaboración de bloques de alivianamiento utilizando la cascarilla de arroz, con el fin de disminuir el impacto ambiental provocado por subproductos provenientes de cultivos agrícolas e industriales.

De esta forma se plantea la elaboración de bloques sin cocción y con materiales ecológicamente aceptables, utilizando subproductos residuales del cultivo del arroz ya que la cascarilla contiene oxido de silicio el cual es un componente del cemento que lo hace más resistente, mejora la calidad, de esta forma se elimina colateralmente el impacto ambiental que estos producen, al no

tener ninguna salida comercial hasta el momento, se almacenan a cielo abierto contaminando el suelo, agua, entre otros.

El interés de elaborar bloques de alivianamiento a base de la cascarilla arroz y su incidencia en el fortalecimiento de la preservación del medio ambiente es adoptar una producción más ecológica, ya que luego de observar la realidad que se viven en las comunidades productoras de esta gramínea, donde la cascarilla de arroz es considerada un desecho; por lo cual es acumulada y quemada por la mayoría de los productores agrícolas para deshacerse de este subproducto genera un hecho de contaminación ambiental.

La elaboración del bloque ayudara a eliminar la emisión de CO₂ y la acumulación del residuo al ambiente pues el procesamiento de la cascarilla de arroz es menos contaminante, en Ecuador no cuenta con fábricas que produzcan material de construcción ecológicos, que apliquen las fibras naturales existentes en nuestro país; esto resultaría atractivo no solo desde el punto de vista económico sino además desde el punto de vista ambiental.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General.

- Aprovechar la cascarilla de arroz para la elaboración de bloques de alivianamiento.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Estudiar las principales características físicas y químicas de la cascarilla de arroz.
- Elaborar los bloques de alivianamiento a partir de la cascarilla de arroz.
- Establecer las propiedades físicas y mecánicas de los bloques construidos a base de la cascarilla de arroz.

CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la investigación

Desde sus inicios, el hombre ha ido transformando su entorno para adaptarlo a sus necesidades. Para ello ha optado por utilizar materiales naturales, que con el transcurso del tiempo y el avance tecnología, se ha ido transformando en productos de procesos de manufactura de gran sofisticación.

Aprovechando la condición netamente agrícola del Ecuador ,como es el caso del cultivo del arroz que se da en amplias zonas de la Costa y Amazonia de nuestro país, existen actualmente estudios para el uso de este residuo ,que es resultante luego del proceso de pilado, se vuelve necesario, ya que a lo largo del tiempo no tuvo utilización alguna el cual es desechado a la intemperie y muchas veces incinerado hasta la presente, causando efectos nocivos en el medio ambiente, es posible aprovecharlo en la elaboración de elementos como bloques, paneles para cielo raso, decorativos ornamentales, ya que por su importante contenido de sílice se obtienen alas resistencia en su conformación.

Investigaciones similares se han hecho con otra fibras, fabricando distintos materiales de construcción y para mampostería, a continuación se mencionan algunos estudios que guardan relación con la presente investigación.

En el estudio “Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la fabricación de los bloques ecológicos para mampostería liviana “realizado en la ciudad del Puyo. (Pozo, 2011), se determinó que el bagazo de caña permite utilizar este residuo para ser reemplazando parcialmente a los agregados pétreos siendo posible obtener bloques resistentes y alivianados.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas de resistencia presento un valor promedio de $14,47\text{kg/cm}^2$ superando los valores de los bloques convencionales, los mismos que reportan $11,95\text{kg/cm}^2$.

En el estudio de “Factibilidad del uso del raquis de la palma africana en mezcla con agregados de construcción para la fabricación de ladrillos ecológicos”. En esta investigación se formularon

cuatro mezclas diferentes para la fabricación de los ladrillos, la primera mezcla formada por 38% de raquis, 18% de arena, 32% de arcilla, 32% cemento; la segunda mezcla 41% de raquis y 50% de arcilla; la tercera mezcla 51% de raquis, 18% de arena y 5% de cemento; y la cuarta mezcla formada por 58% de raquis y 34% de cemento. Finalmente para conocer las características mecánicas y físicas de los ladrillos fabricados, se realizaron pruebas de compresión, flexión y humedad basadas en la norma. Se comprobó que el uso de la fibra del raquis en la fabricación de ladrillos para fines de construcción es posible, ya que mejoran las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo convencional. (Páliz, 2014)

(Amoros, 2011) realizó el estudio sobre el “Desarrollo de un nuevo ladrillo de tierra cruda, con aglomerados y aditivos estructurales de base vegetal”, realizado en la Universidad Politécnica de Madrid, desarrollando el ladrillo con arcilla, algas y tierra diatomea. Los ensayos realizados indican que la adición de las algas reduce la resistencia a flexión hasta un 20% en el caso más favorable (de 1,872 a 1,494N/mm²), pero solo un 5% de su resistencia a compresión inicial (de 2,544 a 2,395kg/mm²). Como se trata de dar salida a un residuo no valorizable, esta disminución de su resistencia a compresión es aceptable ya que no afecta críticamente a la función principal del ladrillo, que es el trabajo a compresión.

En el estudio del “Uso del cuesco de la Palma Africana en la fabricación de adoquines y bloques de mampostería”. (Buzón, 2009), por las características mecánicas que presentan de dureza, resistencia y bajo peso, se ha usado el cuesco de la palma africana, como material constitutivo de mezclas de concreto y de mortero en la fabricación de adoquines y bloques de mampostería. Los resultados de esta investigación hasta el momento con resultados satisfactorios, aligeró el concreto en aproximadamente un 35%. Los resultados cumplen satisfactoriamente las exigencias de la norma NTC ICONTEC, según estas normas, la resistencia promedio mínima para adoquines de este tipo debe ser de Según la norma Icontec 2017 “adoquín de hormigón” la resistencia individual de cada adoquín no debe ser inferior a 3.5Mpa y en promedio no debe ser menor de 4.5Mpa, los resultados obtenidos en la investigación arrojaron que la resistencia promedio obtenida para los adoquines fue de 9,1Mpa a los 28 días, para los adoquines con el 10% de cuesco fue de 6,71 Mpa.

(Cabo, 2011) de desarrollo la investigación del “Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción”, elaborados con suelo magra y cascarilla de arroz, residuo aprovechado de las piladoras en la ciudad de Navarra-España, en la que realizó ladrillos ecológicos con 4 fases experimentales, para la caracterización de cada combinación propuesta en cada fase, se han ejecutado el ensayo de resistencia a compresión simple, el ensayo de absorción y el ensayo de

heladicidad. Todas las combinaciones estudiadas se han realizado a tres niveles de compactación relativamente bajos (1, 5 y 10 MPa).

Los resultados obtenidos son totalmente satisfactorios. La cal hidráulica natural es un aditivo sostenible y con capacidad de desarrollar resistencia. Las cenizas de cáscara de arroz suponen un gran aditivo que potencia a más del doble la resistencia de la muestra con cenizas que sin ellas, demostrando así que favorecen notablemente el desarrollo de las reacciones puzolánicas. Las cascarillas de arroz disminuyen en más de un 10% la densidad de la combinación con únicamente aditivo comercial.

“Fabricación de ladrillos ecológicos a partir de residuos de la palma africana (*Elaeis guineensis*) en combinación con fibras vegetales”, se utilizó el cuesco y fibra del fruto de la palma como materia prima y otras fibras como la fibra de la piña y de abacá para la elaboración del ladrillo, el diseño de un ladrillo con características ecológicas, si fue factible de una manera parcial, ya que de los 23 submodelos realizados, solo el submodelo B4, a base de cuesco y fibra de palma africana en combinación con cemento en las proporciones indicadas, es factible realizarlo. (Conrado, 2009)

En la investigación de la “Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de residuos agrícolas (Cáscara y ceniza de arroz), como material sostenible para la construcción”, realizado en la ciudad de Iquitos-Loreto. (Linarez, 2014), se desarrolló un nuevo material con residuos de la cascarilla de arroz en la cual se realiza cuatro tratamientos para la obtención del ladrillo, las mismas que se sometieron a pruebas de resistencia, capacidad de absorción y humedad.

Los resultados indicaron que los cuatro tratamientos se comportaron de la misma forma en el incremento de humedad del 12%, influenciada por el contenido de cascarilla de arroz, el nivel de absorción fue similar con el 10.7% de humedad respectivamente y en cuanto a la resistencia a la compresión el mejor tratamiento fue el T3 con 20,1250kg/m², y el que menor resistencia tuvo T1 con 17,0750kg/m². Aptos para construcciones en condiciones con exigencias mínimas.

2.2 Residuo sólido

Un residuo sólido se define como cualquier tipo de objeto o material de desecho o basura que se produce tras la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo y que se abandona después de ser utilizado. Estos residuos sólidos son susceptibles o no de aprovechamiento o transformación para darle otra utilidad o uso directo. El origen de estos residuos se debe a las diferentes actividades que se realizan día a día, pero la mayor parte de ellos es generada en las

ciudades, más concretamente en, los domicilios donde se producen los llamados residuos sólidos urbanos, que proceden de las actividades domésticas en casas y edificios públicos como los colegios, oficinas, la demolición y reparación de edificios.

2.2.1 Clasificación de los residuos sólidos, dependiendo del origen de su generación en dos tipos:

- **Residuos Sólidos Urbanos:** Se define como residuo sólido urbano a todo desecho que resulta de las actividades cotidianas generada de domicilios, centros comerciales, mercados, patios de entretenimiento, etc., es decir las que se realizan dentro del perímetro urbano de una ciudad
- **Residuos Sólidos Rurales:** Si bien el término hace solo referencia a los residuos generados como referencia a la ubicación geográfica de su origen, es decir, producidos en zonas fuera del perímetro urbano, cabe anotar que generalmente estos residuos difieren comparativamente en la composición y cantidades de residuos sólidos que son producidos en los centros urbanos.

2.3 Residuos sólidos urbanos (RSU)

2.3.1 Clasificación de los residuos Sólidos (RS)

2.3.1.1 Por su composición

- **Residuos Orgánicos (R.O):** Es todo desecho de origen biológico como cascara de frutas, verduras, hortalizas, etc., que se descomponen en corto tiempo debido a la acción de microorganismos, como pueden ser bacterias, hongos, lombrices y deben ser aprovechados en el compostaje.
- **Residuos Inorgánicos (RI):** Son aquellos residuos que por su composición requieren de muchos años incluso siglos para ser, esta clase de desecho cada día se va incrementando la misma que tiene un crecimiento muy significativo que se vincula directamente con el consumismo global.

2.3.1.2 De acuerdo a su origen se clasifican

- **Desecho sólido domiciliario (D.S.D):** El que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades cotidianas realizadas en viviendas o en cualquier otro establecimiento asimilable a estas.
- **Desecho sólido comercial (D.S.C):** Son todos aquellos que es generado en lugares comerciales y mercantiles, tales como almacenes, bodegas, hoteles, restaurantes, cafeterías, plazas de mercado y otros.
- **Desecho sólido de demolición:** Son desechos sólidos producidos por la construcción de edificios, pavimentos, obras de arte de la construcción, brozas, cascote, etc. que quedan de la creación o derrumbe de una obra de ingeniería. Están constituidas por tierra, ladrillos, material pétreo, hormigón simple y armado, metales ferrosos y no ferrosos, maderas, vidrios, arena, etc.
- **Desecho sólido del barrido de las calles:** Son los originados por el barrido y limpieza de las calles y comprende entre otras: Basuras domiciliarias, institucional, industrial y comercial, arrojadas clandestinamente a la vía pública, hojas, ramas, polvo, papeles, residuos de frutas, excremento humano y de animales, vidrios, cajas pequeñas, animales muertos, cartones, plásticos, así como demás desechos sólidos similares a los anteriores.
- **Desecho sólidos de la limpieza de parques y jardines:** Es aquel originado por la limpieza y arreglos de jardines y parques públicos, corte de césped y poda de árboles o arbustos ubicados en zonas públicas o privadas.
- **Desecho sólido hospitalario (D.S.H):** Son los generados por las actividades de curaciones intervenciones quirúrgicas, laboratorios de análisis e investigación y desechos asimilables a los domésticos que no pueda separar de lo anterior. A estos desechos se los considera como desechos patógenos y se les dará un tratamiento especial, tanto en su recolección como en el relleno sanitario, de acuerdo a las normas de salud vigentes y aquellas que el Ministerio del Ambiente expida al respecto.
- **Desecho sólido institucional (D.S.I):** Se entiende por desecho sólido institucional aquel que es generado en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios,

religiosos, terminales aéreos, terrestres, fluviales o marítimos, y edificaciones destinadas a oficinas, entre otras.

- **Desecho sólido industrial (D.S.I):** Aquel que es generado en actividades propias de este sector, como resultado de los procesos de producción.
- **Desecho sólido especial (D.S.E):** Son todos aquellos desechos sólidos que por sus características, peso o volumen, requieren un manejo diferenciado de los desechos sólidos domiciliarios.
- **Desechos agrícolas (D.A):** Son todos aquellos que provienen de la agricultura.
- **Residuos ganaderos:** Son los restos de origen animal.

2.3.1.3 *Por el tipo de manejo*

- **Residuos peligrosos (R.P):** Son todos aquellos residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos, pudiendo generar efectos adversos para la salud o el ambiente.
- **Residuo inerte (R.I):** Es un residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.
- **Residuos no peligrosos:** Son aquellos residuos generados de viviendas, que luego de un trabajo de jardinería como podas, los de barrio, entre otros.

2.4 Sistema de manejo de residuos sólidos

Básicamente el sistema de manejo de los residuos se compone de cuatro subsistemas

- **Generación:** Cualquier persona u organización cuya acción cause la transformación de un material en un residuo. Una organización usualmente se vuelve generadora cuando su proceso genera un residuo, o cuando lo derrama o cuando no utiliza más un material.

- **Transporte:** Es aquel que lleva el residuo. El transportista puede transformarse en generador si el vehículo que transporta derrama su carga, o si cruza los límites internacionales (en el caso de residuos peligrosos), o si acumula lodos u otros residuos del material transportado.
- **Tratamiento y disposición:** El tratamiento incluye la selección y la aplicación de tecnologías apropiadas para el control y tratamiento de los residuos peligrosos o de sus constituyentes, respecto a la disposición la alternativa comúnmente más utilizada es el relleno sanitario.
- **Control y supervisión:** Este subsistema se relaciona fundamentalmente con el control efectivo de los otros tres subsistemas.

2.5 Reducir, Reutilizar y Reciclar

Hoy en día se ha vuelto indispensable el uso de las 3 R's como proceso de conservación de los recursos y el medio ambiente, los mismos que son: reducción, reúso y reciclaje de desechos sólidos. En la figura 1-2 se observa el orden jerárquico a seguir para obtener un buen manejo de residuos sólidos, ya que este debe ser dirigido a la prevención antes que a las herramientas curativas. En este caso la incineración se considera como "valoración" de residuos, si estos se incineran con el fin de producir energía calórica para generación de energía eléctrica.

Jerarquía de la gestión de residuos sólidos.

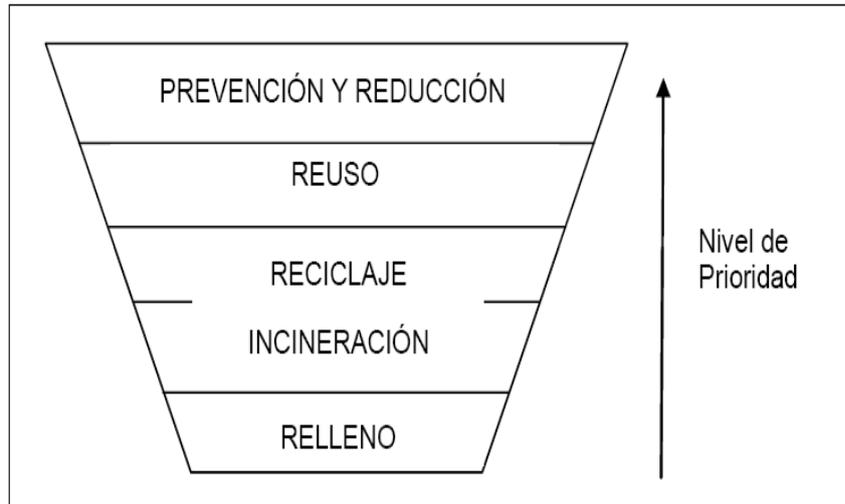


Figura 1-2: Manejo de residuos sólidos
Fuente: Boada, A.2003.El reciclaje, una herramienta no un concepto.

Reducir.-Esta en la más alta prioridad .La reducción de los desechos innecesarios puede ampliar la existencia de recursos, ahorrando energía y materiales vírgenes en forma aún más notable que el reciclaje y el reúso. Uno de los métodos de reducción de desechos es fabricar productos de mayor duración, los fabricantes deberían elaborar productos fáciles de reusar, reciclar y reparar, desarrollando así industrias de prefabricación en las que desarmen, reparen y armen nuevamente un producto usado y/o descompuesto.

Reutilizar.-En segunda prioridad se encuentra el reúso, que no es más que el volver a utilizar el mismo material o producto varias veces sin cambiar su forma original, como ejemplo tenemos los envases retornables

Reciclar.-El reciclaje es la recuperación de todo material que pueda ser utilizado para la fabricación de nuevos productos, con lo cual se provoca reducir la extracción de material virgen que se extrae directamente de la corteza terrestre, evitando la contaminación del medio ambiente. El reciclaje también nos ayuda a reducir los costos en el manejo de los desechos sólidos.

2.6 Residuos sólidos en el Ecuador

La Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2014), manifiesta que: “el servicio de manejo de residuos sólidos, en su mayoría está a cargo de las municipalidades, en las que normalmente existe una excesiva cantidad de personal para la prestación del servicio, pero un gran déficit en infraestructura. En la actualidad, no existe una política institucional a nivel nacional para la recolección, transporte, reúso, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos; por lo que

cada una de las instituciones públicas y ministerios relacionados con el tema aplican criterios y estrategias distintas para entender situaciones comunes.

2.7 Prácticas relacionadas a los residuos sólidos en el Ecuador

A continuación se describen graficas relacionadas a la situación de los desechos sólidos en nuestro país y en general en Orellana, puesto que la ficha correspondiente para el cantón Joya de los Sachas no existe en la base de datos del INEC.

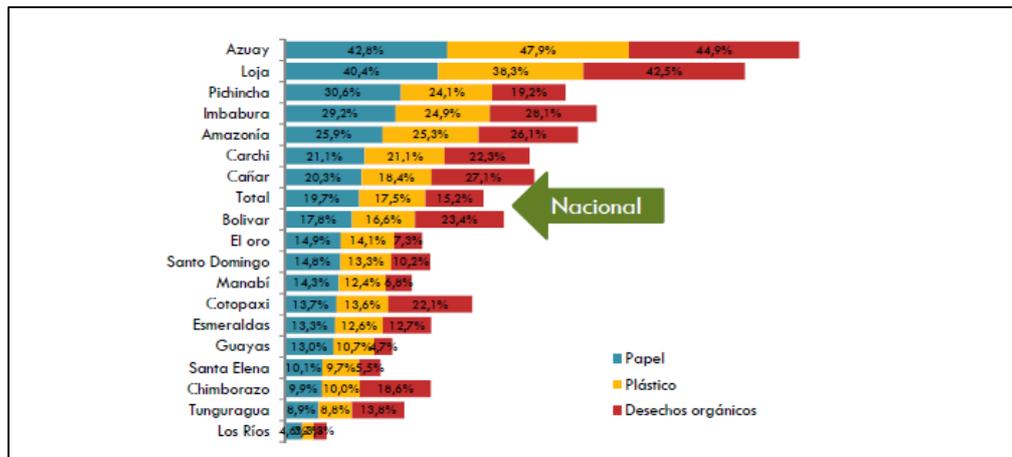


Figura 2-2: Clasificación de los desechos. Fuente: INEC, 2010

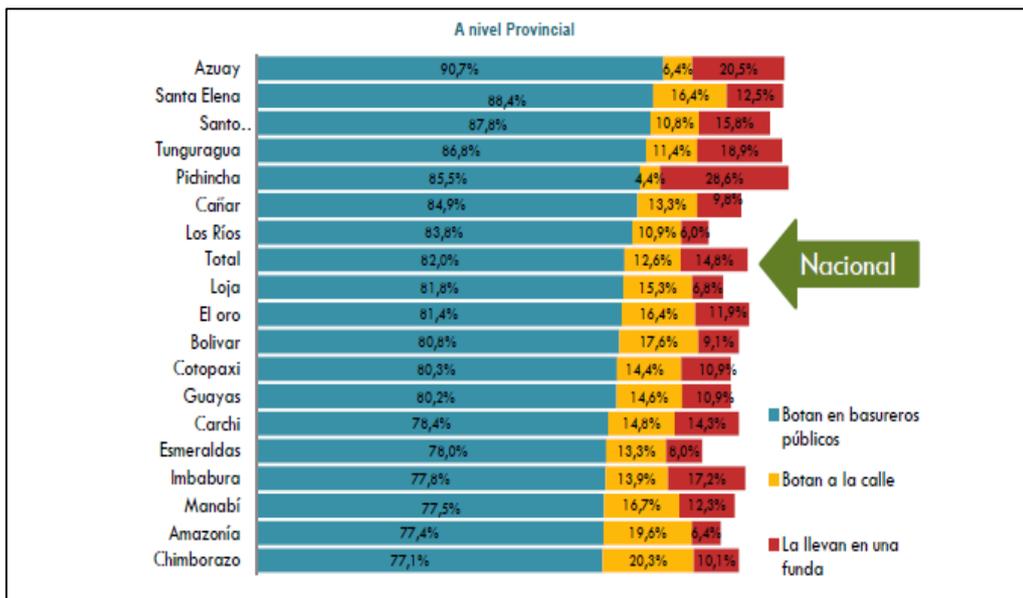


Figura 3-2: Tratamiento de la basura fuera de los hogares. Fuente: INEC 2010

Análisis: En el tratamiento de la basura de los hogares, Orellana ocupa el penúltimo lugar.

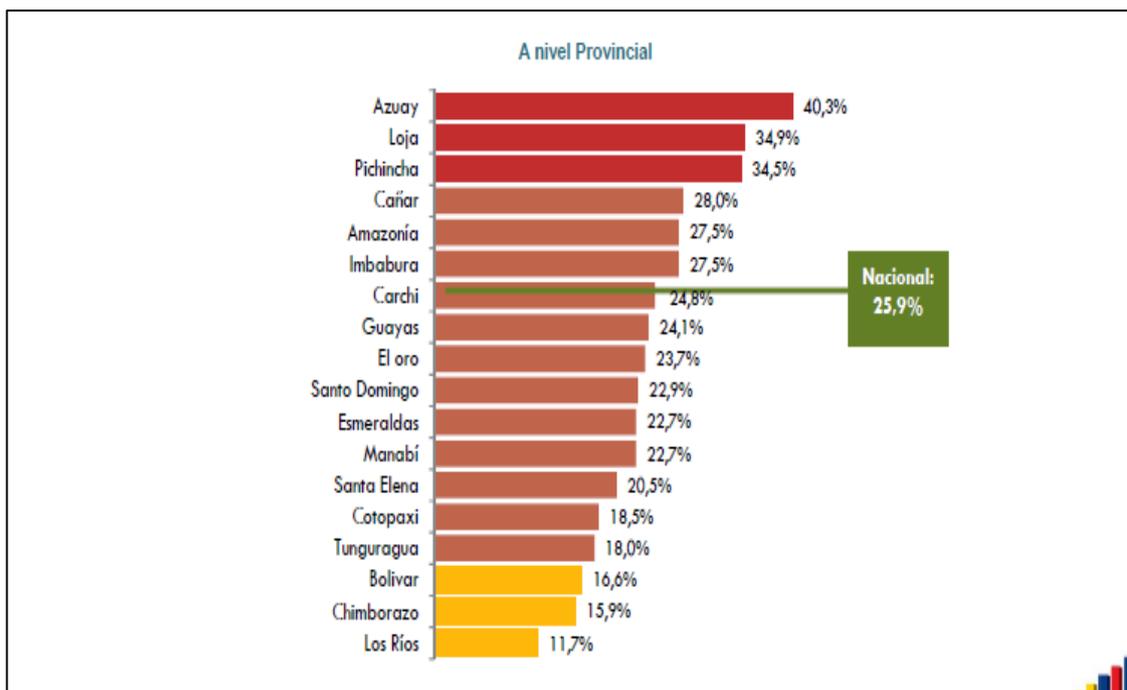


Figura 4-2: Hogares con conocimiento de prácticas de reciclaje.

Fuente: INEC, 2010

Análisis: Los hogares de Orellana con conocimiento de prácticas de reciclaje son del 27.5%, siendo el décimo cuarto de la provincia del país y estando por arriba del promedio nacional del 25.9%

2.7.1 Reaprovechamiento de residuos

Se entiende como el proceso para volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye el residuo. Se reconoce como técnica de reaprovechamiento: el reciclaje, recuperación o reutilización. (Donoso J.et.al., 2011, p.8)

2.8 Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz, un material de desecho de la industria arrocera que se ha convertido en un problema de contaminación ambiental, ya que los molinos, piladoras o demás plantas procesadoras de arroz se encuentra cerca de las zonas urbanas o dentro de ellas. La cascarilla corresponde del 20 al 23% del peso del arroz con cáscara. Con base a estos volúmenes resulta de gran importancia conocer las aplicaciones de la cascarilla, pues en diversos lugares, generalmente causa problemas y costos adicionales. Muchas tentativas para utilizar la cascarilla fracasas ya sea por desconocimiento de las propiedades de esta biomasa por problemas de manejo. (Aldana, 2001. pág. 184-185).

La cascarilla de arroz es un subproducto generado del proceso de molienda del grano de arroz proveniente de los campos de cultivo. Esta se encuentra en la parte exterior del grano de arroz maduro compuesta por dos glumas denominadas palea y lemma. Por ejemplo, la semolina y la puntilla de arroz, cada una de estas también representa un determinado porcentaje en la composición de la granza de arroz y deben ser consideradas, pues también son desechos agroindustriales (Vargas et al, 2013). La semolina está formado principalmente por las capas aleurónicas del grano, es decir, por la película externa o pericarpio, localizada entre la cascara y el endosperma, y representa todos los pulimentos que se desprenden del grano después de eliminar la cascara externa (Vargas, J, 2015).

Según Rivera et al., (2013) quien refiere en una investigación en la elaboración de bienes dedicados a la construcción, enuncia que al utilizar la cascarilla en un concreto de alta resistencia se utiliza un super plastificante y ceniza de la misma. Esta composición surgió de un experimento en el cual se implementaron mejoras a un concreto convencional disminuyendo la relación agua/cemento con la adición de ceniza de cascarilla de arroz, la que trabaja llenando los capilares existentes y fortaleciendo los enlaces químicos de las partículas que participan en el diseño del concreto. Por tal razón y dada la importante generación y acumulación, han sido diversos los ensayos de aprovechar la cascarilla de arroz en diferentes campos y por intermedio de diferentes métodos, para lograr materiales que se utilicen de manera inmediata y directa o a través de etapas previas que viabilicen el uso posterior del residuo pre tratado.

El beneficio del cultivo de arroz genera un residuo, denominado cascarilla, la cual de acuerdo a lo que indica Prada (2010) esta produce más de 100 toneladas diarias en el mundo, donde tan solo un 5% de este resultante está siendo aprovechado. Por tal razón Echeverría (2010) refiere que el objeto principal para conocer la disponibilidad de la cascarilla de arroz en el Ecuador es a través de la producción nacional del mismo, y de igual manera identificar las zonas arroceras con mayor producción.

La cáscara de arroz constituye un subproducto del proceso agroindustrial con aplicaciones reducidas, que en la práctica puede considerarse como un material de desecho que resulta poco biodegradable, ya que se convierte en un desecho altamente contaminante en especial para las fuentes de agua, sin embargo, la combustión de la corteza de arroz produce una media del 20% de cenizas, lo que provoca ser un sustituto o aditivo del cemento en la formulación de concretos o morteros.



Fotografía 1-2: Cascarilla de Arroz
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

2.8.1 Propiedades de la cascarilla de arroz

De acuerdo a su uso como cascarilla o ceniza, sus propiedades y características varían, de ahí tenemos que, entre sus características físicas que posee, su longitud depende de la variedad de la semilla de arroz, y esta entre 5 y 11 mm, su ancho entre el 30-40% de la longitud y su peso varía entre 2,5 y 4,8 mg.(2)



Fotografía 2-2: Muestra de cascarilla de arroz
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

2.8.2 Composición de la cascara de arroz

La cascara de arroz como indica Chur (2010, p.56) se encuentra compuesta por un tejido vegetal constituido por celulosa (\pm 40%) y sílice; éste presenta un alto contenido de dióxido de silicio (SiO_2), al fundirse con otros óxidos metálicos genera diferentes variedades de vidrio y se utiliza en la fabricación de cementos y materiales cerámicos. Entre los porcentajes más significativos de

la cáscara de arroz se encuentran las cenizas, tiene un elevado contenido de materia volátil en comparación con los carbones. Tabla 1-2.

Tabla 1-2: Composición de la cascara de arroz a nivel mundial

Parámetros (%)	COMPOSICION CASCARA DE ARROZ			
	Canadá	California, USA	China	Colombia
Material Volátil	66,4	63,5	52,0	16,7
Carbono fijo	13,2	16,2	25,1	17,9
Ceniza	20,0	20,3	16,9	65,5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Realizado por: Tanguila Edith, 2018
Fuente (Chur, 2010)

En el cuadro 2.1 se logra estimar que a nivel mundial dentro de los países que mayor nivel de cultivo de arroz, mantienen cierta relación dentro de los parámetros de material volátil, ceniza y carbono, donde es notable un aumento considerable en el material volátil, llegando a deducir que éste tiene esa tendencia por las características propias dentro del proceso de cultivo de la materia prima.

2.8.3 Principales características y clasificación

Según Plaza y Posligua (2013, pp. 78-83) la cascarilla de arroz representa un desecho ya que no presenta propiedades nutritivas. Este contiene un alto contenido de Dióxido de Silicio (SiO₂), lo cual lo hace imposible de ingerir como alimento, además de contener un bajo contenido de celulosa (40% aproximadamente), presenta un valor nulo por ser desecho y no se le ha dado un uso adecuado para conferirle un valor agregado.

El peso y volumen de la cáscara de arroz como lo refiere Chur (2010) ocasionan elevados costos de almacenamiento y transporte para la industria, además por ser poco digestible su uso en la elaboración de alimentos concentrados para animales es restringido.

Donde este a su vez agrega que el contenido de humedad de la cáscara de arroz cuando sale del descascarado tiende a variar entre el 5% al 40% después de haber estado a la intemperie (en época no lluviosa por sus características químicas presenta un 10% de humedad).

Entre sus ventajas como material de construcción se pueden mencionar:

- Alto contenido de cenizas (materia sólida no combustible por kg del material \pm 20%).
- Elevado contenido de sílice de las cenizas (90%).
- Estructura física de la sílice (estructura alveolar de gran superficie específica).
- Disponibilidad a lo largo del año.
- Retención de humedad.
- Material liviano.
- Material abrasivo.

2.8.4 Composición química de la cascarilla de arroz

La composición química de la cascarilla de arroz se le puede establecer según la Tabla 2-2.

Tabla 2-2: Composición Química de la Cascarilla de arroz y de las cenizas de la cascarilla de arroz

CASCARILLA DE ARROZ		CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	
Componente	%	Componente	%
Carbono	39,10	Ceniza de sílice(SiO ₂)	94,5
Hidrógeno	5,2	Oxido de Calcio(CaO)	0,25
Nitrógeno	0,6	Oxido de Magnesio(MgO)	0,23
Oxígeno	37,2	Oxido de Potasio(K ₂ O)	1,10
Azufre	0,1	Oxido de Sodio(Na ₂ O)	0,78
Cenizas	17,8	Sulfato	0,56
		Cloro	0,05
		Oxido de Titanio(TiO ₂)	0,05
		Oxido de Aluminio(Al ₂ O ₃)	0,12
		Otros componentes(P ₂ O ₅ F ₂ O ₃)	1,82
Total	100,0	Total	100,0

Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Fuente: Prada, 2010

Un dato importante que se añade, es que de acuerdo a un estudio efectuado por Acero y Rodríguez (2010) se llegó a estimar que en el Ecuador existe registradas tan solo 1066 piladoras, las cuales se encuentran concentradas en las provincias del Guayas y Los Ríos, no obstante el MAGAP (2014) registro una producción de arroz de 63.655,15 toneladas, de estas se obtuvo 12.731,03 toneladas de cascarilla, agregando que si esta fuera manejable para la creación de subproductos se estaría disminuyendo el impacto de la quema y mal conducción de los residuos.

El total de cascarilla producida en el país, es considerable. Debido a la generación y acumulación, han sido diversos los ensayos para aprovechar la cascarilla de arroz en diferentes campos y por intermedio de diferentes métodos.

2.8.5 *Cenizas de Cascarilla de arroz*

Siendo un residuo a nivel mundial, las cenizas suponen un gran problema de almacenamiento y un grave impacto medio ambiental, y por el momento no se ha desarrollado ninguna aplicación concreta ni uso para valorizarlas.

Existe un alto contenido en silicio en las cenizas de la cascarilla de arroz, mezcladas con otros aditivos, provee buenas propiedades puzolánicas; reacciones básicas para la elaboración de los bloques. (Ahumada y Páez, 2006)

2.8.6 *Uso de la cascarilla de arroz*

El arroz es uno de los alimentos más comunes e importantes en el mundo, éste genera un residuo llamado cascarilla el cual es solamente aprovechado en un 5% dentro de la limpieza de los campos, combustión, disposición general de rellenos, etc.

Gran parte de este es quemado, lo cual conduce a un problema de carácter ambiental, debido a que la cascarilla de arroz genera un gran volumen de cenizas, RHA, del inglés Rice Husk Ash, que tiene una elevada proporción de sílice. Se estima que por cada tonelada de arroz se generan 200kg de cascarilla y de ésta se pueden producir 40 kg de cenizas con un contenido del orden del 90% en sílice (Chur, 2010).

Según Prada (2010) el poder calorífico de la cascarilla es de 3.281,6 Kcal/kg debido a la estructura cerrada y a su alto contenido de sílice (el 20 %), siendo este de muy baja biodegradabilidad en condiciones del ambiente natural.

La temperatura máxima que se obtiene al ser quemada varía de acuerdo con su condición: 970°C (seca), 650°C (con algún grado de humedad) y hasta los 1000°C (mezclada con combustible), por tal razón se ha estimado que es un material que presenta una elevada resistencia al fuego. A su vez agrega que existen algunas alternativas de uso para la cascarilla de arroz, las cuales se describen a continuación. Tabla 3-2

Tabla 3-2: Estudios sobre alternativas de uso de cascarilla de arroz

A. Obtención de etanol vía fermentativa
B. Tostado para su uso como sustrato en el cultivo de flores
C. Generación de energía (ladrilleras, secado de arroz y cereales)
D. Combustión controlada para el uso como sustrato en cultivos hidropónicos.
E. Obtención de concreto, cemento y cerámicas
F. Aprovechamiento de la cascarilla de arroz en compostaje y como lecho filtrante
G. Obtención de materiales adsorbentes
H. Fuente de sustancia químicas (dióxido de silicio ,Nitruro de Silicio)
I. Producción de aglomerados(tableros)
J. Materiales de construcción
K. Cama en avicultura ,porcicultura y en transporte de ganado
L. Cenizas en cultivos(Frutas)

Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Fuente: Prada ,2010

Según el (MAGAP, 2012), el 35%de la cascarilla de arroz es utilizada en la industria florícola y criaderos de animales, el restante es quemado en las piladoras, arrojada a los ríos y por ultimo acumulados en grandes volúmenes a la intemperie. La cascarilla de arroz es un tejido vegetal que se obtiene luego del proceso de pilado del arroz en las piladoras y que dada sus propiedades fisicoquímicas como, su baja tasa de descomposición, su poco peso, su buen drenaje y buena aireación se le ha dado varios usos entre ellos cabe destacar los siguientes:

- Uso como combustible de Fuentes renovables
- Compost y Abono orgánico
- En la construcción

La cascarilla de arroz, que sirve de materia prima para lograr elementos constructivos está formada en un 25 a 30 % de dióxido de silicio (SiO_2), elemento que constituye al vidrio, la arena y los cuarzos.

Se mezcla con una resina comercial para obtener un aglomerado duro, moldeable, fácil de perforar y de clavar convirtiéndose en un producto listo para ser transferido a las industrias de la construcción.

2.9 Cemento portland

Es el que se suele emplear para la fabricación del hormigón. Se solidifica en pocas horas, y se va endureciendo progresivamente. Es un material conglomerado que se obtiene a base de materia prima como: piedra caliza, arenas silíceas, esquistos y mineral de hierro entre otros, los cuales son sometidos a varios procesos industriales y llevados a hornos especiales a altas temperaturas.

Se obtiene por calentamiento incipiente (aproximadamente 1300°C) de una mezcla de minerales finamente molidos, formados por piedra caliza y arcilla. El calentamiento se efectúa en hornos giratorios levemente inclinados de 3m de diámetro y 100m de largo.

Las características más importantes del cemento, es producida cuando al mezclarse con una cierta cantidad de agua forma una pasta aglomerante la cual tiene propiedades adhesivas y cohesivas, esto permite que al mezclarse dicha pasta con agregados finos y gruesos se dé lugar a otro material llamado hormigón.

La función principal del cemento en la mezcla de hormigón es de otorgarle fluidez y lubricación en estado fresco y la resistencia adecuada una vez que el hormigón se ha endurecido.

Si el cemento portland tiene una concentración alta de hierro, se le llama Portland Férrico. Este cemento suele utilizarse sobre todo en climas cálidos. Se obtiene añadiéndole arcilla y a la caliza ceniza de tostación de pirita, antes del proceso de cocción. Tabla 4-2

Tabla 4-2: Componentes del cemento portland

Nombre	Fórmula	Fórmula del óxido	Porcentaje
Silicato dicálcico	Ca_2SiO_4	$\text{SiO}_2.2\text{CaO}$	32%
Silicato tricálcico	Ca_3SiO_5	$\text{SiO}_2.3\text{CaO}$	40%
Aluminio tricálcico	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_5$	$\text{Al}_2\text{O}_3.3\text{CaO}$	10%
Ferroaluminato tetra cálcico	$\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_{10}$	$\text{Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3.4\text{CaO}$	9%
Sulfato de calcio	CaSO_4		2-3%

Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Fuente: UNNE (Universidad Nacional del Nordeste)

2.9.1 Composición química del cemento

El cemento está compuesto por una serie de componente con fórmula química un tanto compleja., las cuales detallaremos a continuación:

2.9.1.1 Silicato tricálcico

Es uno de los componentes mayoritarios del cemento sobre todo en el cemento portland. Es el componente más importante del cemento, el problema es de todo tipo económico, ya que su producción resulta muy cara. Este componente le confiere al cemento las siguientes propiedades:

- Mucha resistencia
- Endurecimiento rápido
- Al hidratarse se desprende mucho calor, por lo que no interesa un cemento muy rico en silicato tricálcico cuando se trabaja en grandes volúmenes de cemento (prensas, puentes).

Formula química:



2.9.1.2 Silicato dicálcico

Es uno del componente mayoritario del cemento sobre todo en el cemento Portland. Presenta un calor de hidratación inferior al del silicato tricálcico. Le confiere propiedades al cemento como:

mucha resistencia, endurecimiento progresivo. Este componente le confiere al cemento las siguientes propiedades:

- Mucha resistencia
- Endurecimiento progresivo, de manera que a lo largo plazo pueden llegar a tener la misma resistencia que el silicato tricálcico.

Fórmula química:



2.9.1.3 Aluminio tricálcico y aluminio tetracálcico

El aluminio tricálcico le proporciona al cemento muy poca resistencia, se altera fácilmente en presencia de sulfatos. El aluminio tetracálcico suele llevar incorporados óxidos de hierro. Los cementos que contengan este componente en porcentaje altos, necesitan de mucha hidratación.

Fórmula Química:



2.9.1.4 Óxido de magnesio

El óxido de magnesio procede al carbonato de magnesio que puede estar mezclado con las materias primas, sobre todo con la caliza.

Fórmula química:



2.9.1.5 Trióxido de azufre

Procede de los combustibles que adicionamos al horno giratorio para la realización del proceso de cocción.

Fórmula química:



2.9.1.6 Óxido de Potasio y óxido de sodio

Son componentes minoritarios del cemento, se encuentran en algunas arcillas y es necesario eliminarlos por volatilización.

Formula química:



2.9.2 Reacción inicial

Esta reacción química se da en el horno giratorio, básicamente consiste en la descomposición de las materias primas (arcilla y caliza) en óxidos que posteriormente se combinan entre sí. La siguiente reacción es cualitativa. (Canaval, 2008, p.78)

2.9.2.1 Clasificación

Hay varias formas de clasificación dependiendo del fraguado, la composición química y la aplicación.

- ✓ **Por su fraguado:** Pueden ser rápidos o lentos según este termine antes o después de 1 hora
- ✓ **Por su composición química:** Naturales, portland, escorias, puzolánica, aluminosos sulfatados
- ✓ **Por sus aplicaciones:** de alta resistencia inicial, resisten a los sulfatos.

2.9.2.2 Características físicas y mecánicas del cemento

Finura de molido: características íntimamente ligadas al valor hidráulico del cemento, ya que influye en la velocidad de las reacciones químicas durante el fraguado. Los granos de arena se hidrata únicamente hasta una profundidad de 0,01mm, por lo que, si son demasiados gruesos quedarán un núcleo inerte bajando su rendimiento.

- **Peso específico real:** varía muy poco de unos cementos a otros y oscila alrededor de 3.0g/cm^3 .
- **Fraguado:** el cemento al ser mezclado con el agua forma una pasta, que tiene la propiedad de rigidez progresivamente adquiriendo resistencia.

2.10 Concreto

Es el material más comúnmente usado en la actualidad, en obras de construcción de viviendas, edificios, puentes, se lo obtiene, mezclando los agregados pétreos (arena y grava), con granulometría adecuada, aglutinantes (cemento) y agua.

Por sus características estructurales, se convierte en resistente a los esfuerzos de compresión, pero no así a otros esfuerzos como el de tracción, flexión, cortante, etc., por ese motivo, se lo asocia al hierro, recibiendo el nombre de concreto armado, de tal manera, se forme un sólido único, recibiendo el nombre de concreto armado, de tal manera, que se forme un sólido único, aprovechando las mejores cualidades de ambos. La resistencia del hormigón armado, se o expresa en kilogramos por centímetro cuadrado Kg/cm^2 . (Goktepe y Sezer, 2008 pp.675-683).

La mezcla que resulta con arena, cemento y agua, se la conoce como mortero y se convierte en una pasta moldeable con propiedades adherente que en pocas horas fragua y se endurece tornándose en un material pétreo-resistente.

El hormigón, debido a las características físicas de sus componentes, es posible modificar su estructura, en función de los esfuerzos que deberá soportar, con la inclusión de aditivos que mejoren su capacidad, teniendo por lo tanto, debido a su utilización; colorante, acelerantes y retardantes de fraguado, impermeabilizante, fluidificantes, etc. que el mercado de las construcción dispone en la actualidad.

2.11 Los agregados

Es el término que se emplea para definir al material pétreo que se utiliza en el hormigón, independiente de su tamaño.

El término agregado abarca a la arena, gravas naturales y piedras trituradas, materiales especiales utilizados para producir hormigones ligeros y pesados. Los áridos o arena y grava deben tener características de resistencia y durabilidad en grado igual o superior a las especificadas para el concreto.

Los áridos pueden ser rodados (falta de adherencia) o triturados. Si el árido se encuentra mezclado con la arcilla es imprescindible lavarlo, ya que este material disminuye grandemente la adherencia con la pasta.

2.11.1 Funciones de los agregados

Entre las funciones más importantes fueron tres:

1. Bajar el costo del Hormigón
2. Comunicar su resistencia a la comprensión del hormigón
3. Reducir los cambios volumétricos (retracción) durante el fraguado, ya que el cemento disminuye su volumen de fragura.

2.11.2 Arena o árido fino

Se denomina así a la fracción menor a 5mm, es el árido de mayor responsabilidad, al punto que podría decirse que no es posible hacer un buen hormigón sin una buena arena.

Las mejores arenas son las de los ríos, ya que salvo alguna excepción son cuarzo puro, las arenas de mina suelen tener arcilla en exceso, por los que deben lavarse. Las arenas que provienen de la trituración de granitos, basaltos y rocas análogas, son también excelente. (15)

Las arenas procedentes de caliza son de calidad muy variable, la humedad de las arena es de gran importancia en la dosificación de hormigones, las arenas no deben contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

Los áridos que se utilicen en la elaboración de los bloques deben cumplir con los requisitos de la Norma NTE INEN 872 y además pasar por un tamiz de abertura nominal de 10mm, (INEN 3066,2016)

2.11.3 Grava, chispa o árido grueso

Se denomina así a la fracción mayor de 5mm, su resistencia está ligada a su dureza, densidad y módulo de elasticidad. Una buena grava tiene una densidad real mayor a 2.6g/cc, y una resistencia a la compresión mayor a 1000fg/cm².

Una grava no admisible tiene una densidad real menor a 2.3g/cc y una resistencia a la compresión menor a 500 Kg/cm². (Yarbaski N.et.al., 2007, p.44)

2.11.4 Agua

El agua es el componente con el costo más bajo para la elaboración del hormigón, la variación de su contenido en la mezcla permite variar la resistencia, plasticidad, asentamiento, trabajabilidad y permeabilidad en el hormigón, cuando se desconoce su procedencia se corre un gran riesgo debido a las impurezas que pueden presentarse disueltas o en forma de suspensión y pueda interferir en la hidratación del cemento ,produciéndose modificaciones del tiempo de fraguado y la reducción de la resistencia mecánica de los elementos.

“El agua que se utilice en la elaboración de los bloques debe ser dulce, limpia, de preferencia potable y libre de cantidades apreciables de materiales nocivos como ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas.”(NTE INEN 3066,2016).

2.12 Bloque

Pieza de mortero o arcilla con un grueso superior al del ladrillo normal que se emplea en construcción, llamado bloque o ladrillo grueso.

Existen diferentes dimensiones y diseños de bloques de acuerdo al fabricante, aplicación particular, posición en la pared, ambiente de utilización etc., y en general corresponde a la normas estándares de construcción de cada país. (17)

2.12.1 Clasificación de acuerdo al uso de los bloques

Los Bloques huecos de hormigón se clasifican, de acuerdo a su uso, en cinco clases, como se indica en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2: Clasificación de bloques de acuerdo a sus usos

CLASE	USO
A	Paredes exteriores de carga sin revestimiento
B	Paredes exteriores de carga con revestimiento
	Paredes interiores de carga con o sin revestimiento
C	Paredes divisorias exteriores sin revestimiento
D	Paredes divisorias exteriores con revestimiento
	Paredes divisorias interiores con o sin revestimiento
E	Losas alivianadas de hormigón armado

Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Fuente: NTE INEN 638

2.12.2 Dimensiones

El espesor de las paredes de los bloques no debe ser menor de 25mm, en los bloques clase A y B: y de 20mm en los bloques tipo C, D y E. La dimensión real de un bloque debe ser tal que, sumada el espesor de la junta de una medida modular. Los bloques deben tener las dimensiones indicadas en la Tabla 6-2.

Tabla 6-2: Dimensiones de los bloques

TIPO	DIMENSIONES NOMINALES(cm)			DIMENSIONES EFECTIVAS(cm)		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
A,B	40	20,15,10	20	39	19,14,09	19
C,D	40	10,15,20	20	39	09,14,19	19
E	40	10,15,20,25	20	39	09,14,24	20

Realizado por: Edith Tanguila, 2018

Fuente: NTE INEN 638,2014

2.12.2.1 Dimensiones efectivas

Se entiende por dimensiones efectivas a aquellas que se obtienen por medición directa efectuada sobre el bloque (INEN 638,2014).

2.12.2.2 Dimensiones nominales

Se entiende por dimensiones nominales a las medidas principales: largo, el ancho del bloque, establecidas en esta norma para designar el tamaño del bloque. (INEN 638,2014).

2.13 Proceso de Fabricación

Los bloques se fabrican vertiendo una mezcla de cemento, arena y agregados pétreos en moldes metálicos, donde sufren un proceso de vibrado para compactar el material. Es habitual el uso de aditivos en la mezcla para modificar sus propiedades de resistencia, textura o color. Los bloques se construyen comprimiendo por vibración de forma adecuada una mezcla de arena, cemento Portland en un molde, del que luego se extrae y deja fraguar el tiempo necesario antes de su utilización portando carga.(18)

2.14 Resistencia a compresión

La resistencia a la compresión es la relación entre la carga de rotura a compresión de un bloque y su superficie bruta o neta.

2.15 Marco Legal

EN LA CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR (RO. No449 del 20 de Octubre de 2008) se tiene:

Art 14.-Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la

integridad del patrimonio genérico del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (10)

Título VII: Régimen del buen vivir. Capítulo Segundo: Biodiversidad y recursos naturales.

Sección quinta: Suelo

Art 409.-Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por contaminación, la desertificación y la erosión.

En áreas afectadas por degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especie nativas y adaptables a la zona.

Art.410.-El estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria. (11)

En la elaboración de todos los estudios que se realicen, en este caso el material de construcción se debe cumplir con: Especificaciones técnica leyes normas y reglamentos con los que se cuenta en el medio, como son: Normas del instituto ecuatoriano (INEN)

- INEN 639-2012 BLOQUES DE HORMIGON.REQUISITO Y METODOS DE ENSAYO
- NTE INEN 643-2014 SEGUNDA REVISION “BLOQUES HUECOS DE HORMIGON .REQUISITOS”
- NTE INEN 152-2012 CEMENTO PORTLAND.REQUISITOS
- NTEINEN 872-2012 ARIDOS PARA HORMIGON.REQUISIT

CAPITULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Área de estudio

3.1.1 Ubicación geográfica

La presente investigación se realizó en la Provincia de Orellana, vía Loreto a 3Km de la ciudad de Puerto Francisco de Orellana (El Coca).

3.1.1.1 Macrolocalización

La elaboración de los bloques de alivianamiento de cascarilla de arroz se realizó en la Provincia de Orellana. Tabla 1-3.

Tabla 1-3: Ubicación político administrativo del proyecto

Localización Geográfica	
País	Ecuador
Región	Amazonía
Provincia	Orellana
Cantón	Francisco de Orellana
Parroquia	Puerto Francisco de Orellana

Realizado por: Tanguila Edith, 2018

3.1.1.2 Microlocalización.

La **PILADORA AGROINDUETXA “ABAD”**, consta de 1 hectárea de terreno, ubicada en la Joya de los Sachas, dentro de los siguientes linderos y dimensiones:

- Coordenadas del lugar de toma de muestras: 18 M 292935 9966429 UTM

Tabla 2-3: Coordenadas del lugar de la muestra

Longitud (18 S)	Latitud (UTM)
292935	9966429
292936	9966430

Realizado por: Tanguila Edith, 2018



Figura 1-3: Ubicación sitio de toma de muestra
Fuente: Google Earth

La muestra se realiza en la piladora AGROINDUETXA “ABAD”, en el Cantón Joya de los Sachas, de cuyo lugar de ubicación datan las siguientes coordenadas: 18 M 292935 9966429 UTM.

- Coordenadas de la Bloquera :18 M 271055 9947224 UTM

Tabla 3-3: Coordenadas de la bloquera

Longitud (18 S)	Latitud (UTM)
271055	9947224
271054	9947224

Realizado por: Tanguila Edith, 2018



Figura 2-3. Ubicación de la bloquera

Fuente: Google Earth

La elaboración de los bloques se realizó en la bloquera, ubicado en la ciudad Francisco de Orellana, provincia de Orellana.

3.2 Metodología

3.2.1 Tipo y diseño de Investigación

El tipo de investigación es de carácter descriptivo y exploratorio, su diseño experimental, porque el tema a investigarse ha sido poco explorado.

Investigación descriptiva: Él estudió se rigió debido a la necesidad de describir el proceso de fabricación y manipulando las concentraciones durante todo proceso, hasta la obtención de los bloques.

Investigación exploratoria: Se aplicó este tipo de investigación ya que de esta manera las concentraciones propuestas tuvieron respuesta y esto fue de gran ayuda, se obtuvo un resultado veraz y adecuado, características que ayudaron a obtener la posibilidad de aportar en investigaciones que se desarrollen en lo posterior con un enfoque similar.

Diseño experimental: Este diseño se realizó mediante la metodología que describe tomar las muestras al azar mediante ensayos realizados, en la que se manipulo las concentraciones de cascarilla de arroz para establecer si hay alguna diferencia entre el bloque convencional y los bloques hechos a base de cascarilla de arroz.

3.2.2 El diseño de la investigación

La presente investigación se desarrolla mediante técnicas utilizadas en las bloqueras en la fabricación de bloques de huecos de hormigón, la cascarilla de arroz proviene en su totalidad de la piladora, las mismas que no tienen un uso definido, una parte se molió para mejorar la textura y sea usado como agregado para la fabricación de los bloques de alivianamiento, siendo este material el que reemplaza parcialmente a los agregados tradicionales, con esto se pretende implementar el uso de estos residuos.

De los resultados obtenidos se genera información, la cual corrobora al descubrimiento de un nuevo material, o confirmara los ya existentes.

3.2.3 *Unidad de análisis*

En el presente proyecto experimental la unidad de análisis es la cascarilla de arroz donde se manipularon las cantidades adecuadas para la obtención de bloques de alivianamiento.

3.2.4 *Población de estudio*

La población de estudio a ser tomada en consideración para la presente investigación fue la cantidad de cascarilla de arroz en diferentes proporciones en la fabricación de los bloques y los bloques obtenidos a partir de ello.

3.2.5 *Técnicas de recolección de datos*

Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso del cual pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de estos la información requerida.

Para registrar los datos se utilizó la técnica de observación directa para obtener las características físico-químicas de la muestra para poderla compararla y para determinar cuál de los cuatro tratamientos de bloques es el que más sobresale según la norma se enviaron las respectivas muestras al azar al laboratorio.

Para el análisis estadístico se empleó el diseño estadístico completamente al azar con 4 tratamientos por 3 repeticiones, con un total de 4 tratamientos con 12 repeticiones.

3.3 Marco experimental, desarrollo de procedimiento

3.3.1 *Elaboración y ensayo de bloques de alivianamiento con cascarilla de arroz*

Para elaborar los bloques de alivianamiento con cascarilla de arroz, se ha caracterizado primero su composición físico-química, al ser un residuo en la cual no tiene un uso definido en las piladoras y la influencia de dicho material en la resistencia de los bloques por su contenido en silicio componente principal que provee la resistencia a los bloques, se procede a realizar 4 tipos

de tratamiento de bloques reduciendo los agregados tradicionales (arena y piedra molida) por cascarilla de arroz en porcentajes, para el Tratamiento 1 45 % , Tratamiento 2 un 55%, Tratamiento 3 un 60%, Tratamiento 4 un 50% de su peso ,con cascarilla de arroz entera y molida, dichas proporciones se podría realizar en volumen pero no se asegura uniformidad en la proporciones a colocarse, por tal motivo en las mezclas realizadas se usa relaciones de peso.

Se procedió a realizar la mezcla adicionando cemento arena y piedra molida ,la cascarilla de arroz se le agrego entera y molida, el cual se utilizó un molino manual para mejorar su estructura y obtener una mejor compactación y evitar bolsas de aire ,y por último se adiciono agua de forma cuidadosa con el fin de lograr la cohesión de los agregados .

Cuando la mezcla adquirió consistencia uniforme, se procedió a colocar en la prensadora con el molde de bloques, de 40x19x20 cm, de forma manual y se realizó la compresión de la mezcla. Una vez obtenido el bloque se dejó en reposo durante un día y luego pasó a la etapa de curado, y al cabo de los 15 se llevó al laboratorio EP –EMPROVIAL Orellana para las respectivas pruebas mecánicas.

Para la elaboración de los bloques con cascarilla de arroz es el mismo que se realiza para la fabricación de los bloques convencionales, para el cual se usa las siguientes proporciones o dosificaciones reduciendo los agregados cemento arena y piedra molida por cascarilla de arroz.Fig.3.3

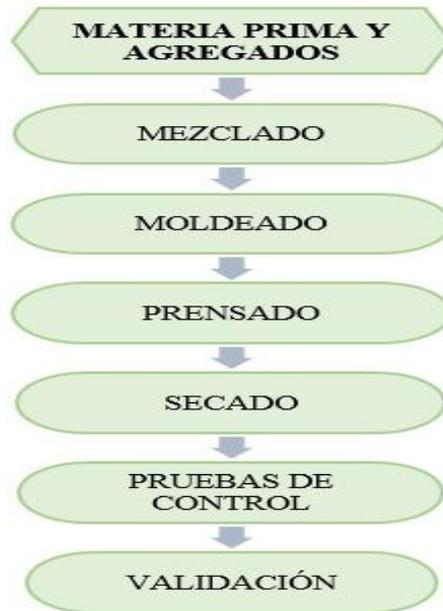


Figura 3-3: Proceso de elaboración de bloques
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

3.3.2 *Recolección de la muestra*

La muestra de cascarilla de arroz para esta investigación fueron recolectados de la piladora, ubicada en el Cantón Joya de los Sachas, Orellana y los agregados fueron adquiridos en la bloquera.

-La recolección de la muestra (cascarilla de arroz) se la recolecto en la piladora, verificando que no se encuentren elementos adversos que puedan intervenir en el muestreo como otros elementos sólidos.

-Se procedió a recolectar en sacos de manera manual, cada saca contenía un peso de 10kg, se recolectaron un total de 13 sacos de cascarilla de arroz, tomando las muestras de diferentes puntos.

-Fueron llevadas y expuestas al sol por un periodo de 20 días para que la muestra estén libre de humedad y pueda molerse con facilidad.



Fotografía 1-3: Muestra de cascarilla de arroz en la piladora
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

3.3.3 *Análisis físico químico de la cascara de arroz*

3.3.3.1 *Caracterización física de la cascarilla de arroz*

La muestra de cascarilla de arroz utilizada para la investigación no tuvo un tratamiento previo, se tomó la muestra de la piladora. Los análisis realizados se llevaron a cabo en el Laboratorio de Suelos, Agua y Plantas (LABSU).

3.3.3.2 *Humedad*

El método utilizado es por medio del secado a estufa, donde la humedad se expresa en relación al peso del agua presente en una determinada muestra de cascarilla y el peso de la muestra luego de ser secada en la estufa.

El análisis se realiza pesando el recipiente papel de aluminio vacío y luego 5 gramos de la fibra en el recipiente de aluminio en la balanza, pesada la muestra se coloca en la estufa y se deja secar por tres horas. Terminado el tiempo de secado, la muestra fue puesta en un desecador para que alcance una temperatura ambiente para luego ser pesada junto con el recipiente de aluminio. El contenido de humedad se calcula por la siguiente fórmula:

$$\% \text{humedad de la muestra} = \frac{P_i - P_f}{P_m} * 100$$

3.3.3.3 Absorción

Para evaluar esta propiedad se procedió a secar una porción de cascarilla de arroz en la estufa a una temperatura de 100°C durante dos horas, posteriormente se pesan tres muestras de 5gr cada una en la balanza, para obtener el peso seco con precisión se tara primeramente la balanza dándonos el peso seco (PS) exacto. Las muestras secas se saturaron en agua destilada, cada una a un tiempo determinado de 5 minutos, 15 minutos y 30 minutos.

Al cabo de cada periodo se trató de obtener la condición saturada seca, frotando la cascarilla suavemente con papel absorbente durante 1 min hasta que su apariencia esté libre de agua entre ellas y no se presente humedad. Luego se vuelve a pesar las muestra obteniendo el peso saturado seco. Para obtener el porcentaje de absorción se aplica la siguiente formula:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{P_{SS} - P_S}{P_S} \times 100$$



Fotografía 2-3: Pruebas de absorción de la cascarilla de arroz.
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

3.3.3.4 Peso específico

Se realizó pesando 100gramos de cascarilla de Arroz, se llevó a secado a estufa, logrando obtener su peso seco, de los cuales se pesó 50gr de la muestra en una balanza de precisión, posteriormente se colocó la muestra en una probeta y se le agregó 100cm³ de agua destilada hasta la línea de aforo, tratando de que el agua cubra la cascarilla de arroz hasta la línea de aforo, seguidamente

se determinó realizando los cálculos con la densidad del agua y la gravedad la cual ejerce un determinado volumen como el agua es más denso que la muestra se obtiene el peso específico.



Fotografía 3-3: Determinación del peso específico de la cascarilla de arroz
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

3.3.4 Caracterización química de la cascarilla de arroz

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA) y en el Laboratorio de Suelos, Aguas y plantas (LABSU). Los parámetros analizados fueron Potencial de Hidrógeno (pH), Silicio, Carbono Orgánico y Nitrógeno Total. Tabla 4-3

Tabla 4-3: Parámetro químicos analizados

PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO
Potencial de Hidrógeno	EPA 9040C	Unidades de pH	6,76
Carbono Orgánico	EPA 9060	%	1,79
Silicio	EPA 3051/6010 B	mg/kg	78278,27
Nitrógeno Total	KJELDAHL,EPA351.2	%	0,15

Realizado por: Edith Tanguila, 2018

Fuente: Lab. CESTTA, Lab. LABSU

3.3.4.1 Dosificación para la obtención de los bloques de alivianamiento

Se diseñó 4 tipos de tratamiento de bloques cada una con sus respectivos agregados y dosificaciones. El siguiente diagrama se aprecia cómo están elaborado los bloques de alivianamiento.

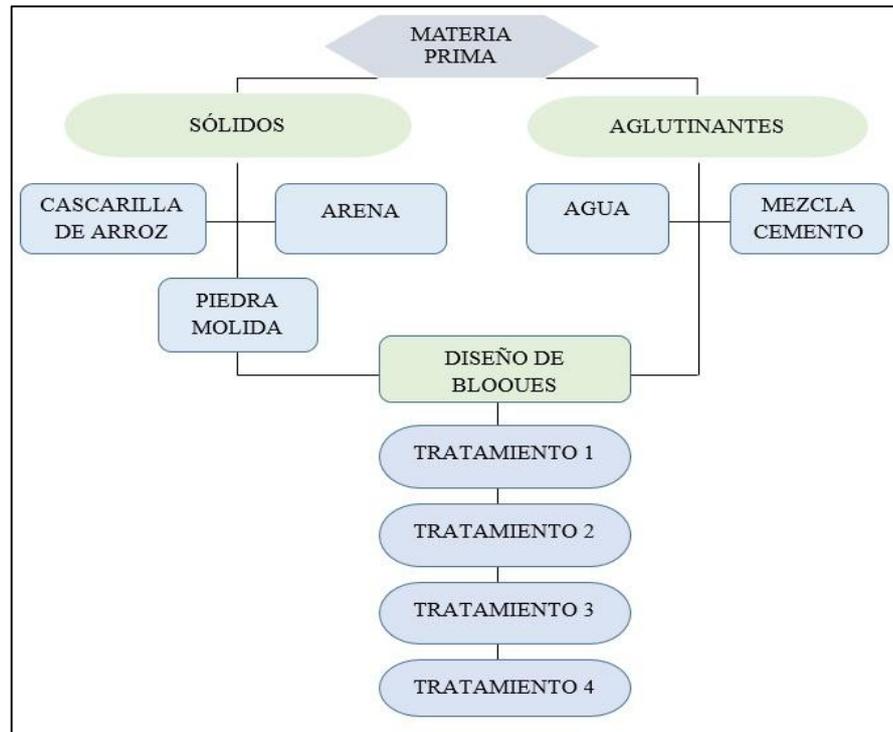


Figura 4-3: Diagrama de diseño y modelo de bloques
Realizado por: Edith Tanguila, 2018

Se realizó la mezcla de todos los agregados para la obtención de una cantidad bloques para tal fin se utilizó las siguientes concentraciones en base a 20 Kg:

T1: Para el tratamiento 1 detallamos a continuación las cantidades utilizadas:

- 4.6 kg cemento
- 4,4 kg cascarilla de arroz
- 4,4 kg cascarilla molida de arroz
- 3,6 kg piedra molida
- 3 kg arena.

T2: Para el tratamiento 2 detallamos a continuación las cantidades utilizadas:

- 5 kg cemento
- 6,6 kg cascarilla de arroz
- 4 kg cascarilla molida de arroz
- 3 kg piedra molida
- 1,4 kg arena.

T3: Para el tratamiento 3 detallamos a continuación las cantidades utilizadas:

- 3 kg cemento
- 7 kg cascarilla de arroz
- 6 kg cascarilla molida de arroz
- 2 kg piedra molida
- 2 kg arena.

T4: Para el tratamiento 3 detallamos a continuación las cantidades utilizadas:

- 4,6 kg cemento
- 6 kg cascarilla de arroz
- 4 kg cascarilla molida de arroz
- 3,4 kg piedra molida
- 2 kg arena.

Tabla 5-3: Tratamientos de los bloques de alivianamiento.

Tratamientos	Agregados				
	Cemento (Kg)	Cascarilla de arroz (Kg)	Cascarilla molida de Arroz(Kg)	Piedra molida(Kg)	Arena(Kg)
T1	4.6	4.4	4.4	3.6	3
T2	5	6.6	4	3	1.4
T3	3	7	6	2	2
T4	4,6	6	4	3,4	2

Realizado por: Tanguila Edith, 2018

En base a 20Kg de la mezcla utilizada se obtuvo un número total de bloques: Tabla 5-3

Tabla 6-3: Número de bloques obtenidos en cada tratamiento

Tratamiento 1	6Bloques
Tratamiento 2	6Bloques
Tratamiento 3	5Bloques
Tratamiento 4	6Bloques

Realizado por: Tanguila Edith, 2018

En la mezcla de los componentes para la elaboración de los bloques se fueron reduciendo las concentraciones de los agregados para ser reemplazados por la cascarilla de arroz y agua suficiente para obtener una mezcla pastosa ya que no existe un porcentaje exacto en la boqueras.

3.3.5 *Materiales empleados*

Los materiales utilizados para la fabricación de los bloques son los siguientes:

- Cemento
- Arena
- Piedra molida
- Cascarilla de arroz entera y molida
- Agua

3.3.5.1 *Tratamiento 1*

La mezcla de los agregados en el tratamiento uno comprende un 44% de cascarilla de arroz (molida y entera); 23% cemento; 33% de piedra molida y arena. Tabla 7-3

Tabla 7-3: Composición de agregados en el tratamiento 1 en porcentajes

Cascarilla de Arroz	Cascarilla Molida	Cemento	Piedra Molida	Arena
22%	22%	23%	18%	15%

Realizado por: Tanguila Edith, 2018

3.3.5.2 *Tratamiento 2*

La mezcla está compuesta por un 53% de cascarilla de arroz (molida y entera):25% de cemento: 22 % de piedra molida y arena. Tabla 8-3

Tabla 8-3: Composición de agregados en el tratamiento 2 en porcentajes

Cascarilla de Arroz	Cascarilla Molida	Cemento	Piedra Molida	Arena
33%	20%	25%	15%	7%

Realizado por: Tanguila Edith, 2018

3.3.5.3 Tratamiento 3

En el tratamiento 4 existe un 55% de cascarilla de arroz (entera y molida); 15% de cemento; 20% de piedra molida y arena. Tabla 9-3

Tabla 9-3: Composición de agregados en el tratamiento 3 en porcentajes

Cascarilla de Arroz	Cascarilla Molida	Cemento	Piedra Molida	Arena
35%	30%	15%	10%	10%

Realizado por: Tanguila Edith, 2018

3.3.5.4 Tratamiento 4

En el tratamiento 4 tiene un 50% de cascarilla de arroz (entera y molida); 23% de cemento y 27% de piedra molida y arena. Tabla 10-3

Tabla 10-3: Composición de agregados en el tratamiento 4 en porcentajes

Cascarilla de Arroz	Cascarilla Molida	Cemento	Piedra Molida	Arena
30%	20%	23%	17%	10%

Realizado por: Tanguila Edith, 2018

3.3.6 *Proceso para la elaboración de los bloques de alivianamiento con cascarilla de arroz*

Para la elaboración de los bloques de alivianamiento con cascarilla de arroz, se determinó la dosificación usada en la bloquera las mismas que se fueron manipulando para obtener una la cantidad adecuada con el objetivo de obtener un bloque más liviano y resistente.

Determinados las proporciones en porcentaje de cascarilla tanto molida como entera que reemplazaran a los demás agregados, se procede a pesar la cantidad adecuada de cascarilla y de los agregados para bloques de 40x19x10cm.



Fotografía 4-3: Peso de agregados
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Se colocan en el tambor los agregados (cascarilla de arroz entera y molida, arena, piedra molida



Fotografía 5-3: Mezcla de agregados
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Proceder a mezclar en el tambor por un tiempo de 5min para que se mezclen bien todos los agregados y la cantidad de agua específica para obtener una buena mezcla consistente adecuada.



Fotografía 6-3: Mezclado y adición de agua necesaria para la mezcla
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Luego se coloca de forma manual la mezcla en la prensadora, mediante la vibración que se le aplica se compacta la mezcla obteniendo los bloques.



Fotografía 7-3: Compactación y vibrado de la mezcla
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Retirar los bloques fabricados y colocarlos en el área de fraguado



Fotografía 8-3: Obtención de bloques de alivianamiento
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Se deja reposar por un periodo de 24 horas para que estén consistente para el posterior curado de los bloques.



Fotografía 9-3: Curado de bloques
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

En un período de 15 días se procede a llevar los bloques para realizar las pruebas de resistencia al Laboratorio



Fotografía 10-3: Traslado de las muestras al Laboratorio
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

CAPÍTULO IV

4 MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados de la caracterización física de la cascarilla de arroz

4.1.1 Contenido de humedad

Para determinar el contenido de humedad de la cascarilla de arroz, se recolectó la muestra de distintos puntos donde estaban acumulados y se homogenizó para obtener buenos resultados, y se calculó el porcentaje de humedad a nivel laboratorio, obteniendo una humedad de 7,17%.

4.1.2 Porcentaje de absorción de agua

La capacidad de absorción promedio de la cascarilla de arroz de 54% Tabla 1-4 y se le obtuvo a partir de tres muestras de cascarilla en condiciones húmedas.

Tabla 1-4: Capacidad de absorción de la cascarilla de arroz

Muestra	Tiempo de saturación (min)	Peso seco (gr)	Peso saturado (gr)	Peso del Agua Absorbida (gr)	% de Absorción	Promedio de % de Absorción
1	5	5	7,7	2,7	54	54
2	15	5	7,8	2,8	56	
3	30	5	7,6	2,6	52	

Realizado por: Edith Tanguila, 2018

Partiendo de los resultados obtenidos puede deberse a la poca porosidad que presenta la cascarilla de arroz, como podemos observar en la tabla anterior que no hay diferencia significativa, ya que se obtiene un 54% de capacidad de absorción, esto puede deberse también al tamaño de la cascarilla.

En la práctica esta capacidad de absorción de la cascarilla de arroz puede ser manejable en la relación agua/componentes, y ventajas en la compactación ya que no absorbería el agua de reacción.

4.1.3 *Peso específico*

La cascarilla de arroz presenta un peso específico de 4,903 N/m³, esta característica física de la cascarilla es muy ventajosa para el uso que se va a dar, por el bajo peso que presenta permitirá obtener bloques más livianos en comparación a los bloques convencionales.

Datos:

$$Pe = \frac{N}{m^3} \quad Pe = \rho * g$$

$$g = 9.8m/s^2$$

$$\rho = m/v = kg/m^3$$

$$m = 50g \times \frac{1kg}{1000gr} = 0,05Kg$$

$$v = 100cm^3 \times \frac{1m^3}{1000cm^3} = 0,1m^3$$

$$\delta = \frac{0,05kg}{0,1m^3} = 0,5 \frac{kg}{m^3}$$

$$Pe = \frac{0,5kg}{m^3} \times \frac{9,806m}{s^2} = 4,903 \frac{N}{m^3}$$

4.2 Resultados de las Pruebas Mecánicas

Basándonos en la norma INEN se procedió a realizarse los siguientes ensayos: Comprensión, Peso, % Absorción.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de comprensión con una edad de 15 días tenemos que el bloque de alivianamiento en el tratamiento 1 tiene una resistencia de 15,77kg/cm², Tratamiento 2 20kg/cm², Tratamiento 3 10,07 kg/ y en el Tratamiento 4 19,42 kg/cm². Como se indica en la Tabla 2-4

Tabla 2-4: Resistencia de los bloques a la comprensión.

Muestra	% Resistencia diseño	Edad (días)	Carga (kg)	Resistencia (Kg/cm ²)
Tratamiento 1	80	15	2520	15,77
Tratamiento 2	80	15	3201	20,01
Tratamiento3	80	15	1610	10,07
Tratamiento4	80	15	3107	19,42

Elaborado por: Tanguila Edith, 2018

Como no existe una norma que determine la resistencia a la comprensión que deben tener los bloques para mampostería liviana, sin embargo en algunas instituciones como el MIDUVI, se establece un parámetro de resistencia de 16 Kg/cm² a los 28 días de edad.

Los tratamientos 1 ,2 y 4 si cumple con las especificaciones requeridas a los 15 días de edad cubriendo más del 80 % de resistencia de diseño, por otro lado los bloque del tratamiento 3 no cumple con los requisitos, debido a que hay más concentración de cascarilla arroz, y los agregados del cemento está en menos proporción, el cual le da la dureza y firmeza a la estructura del bloque, dejando un bloque frágil e inconsistente.



Fotografía 1-4: Prueba de resistencia
Realizado por: Edith Tanguila Edith, 2018

Los resultados obtenidos en la prueba de absorción muestran en el tratamiento 1 un 13,13%, tratamiento 2 13,37, tratamiento 3 13,66% y el tratamiento 4 13,94%. Como se muestra en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4: Resultado de % absorción de los bloques

Muestra	Peso antes de la saturación (kg)	Peso después de la saturación (Kg)	Peso seco (Kg) En la estufa	% de Absorción obtenido
Tratamiento 1	3434,1	3822,7	3379,1	13,13
Tratamiento 2	3560,9	3918,6	3456,3	13,37
Tratamiento 3	3736,7	4066,0	3546,7	13,66
Tratamiento 4	3753,5	4002,5	3512,7	13,94

Realizado por: Edith Tanguila, 2018

Como nos indica en la Tabla anterior los bloques fueron saturado en agua a temperatura ambiente por un periodo de 24 horas y luego llevado a estufa a temperatura de 115°C basándonos en la norma INEN 642, los resultados de % Absorción en todos los tratamientos cumple con la especificaciones requeridas en la norma, que no debe ser mayor del 15 %.

Los resultados obtenidos en los pesos de los bloques de alivianamiento muestran que en el tratamiento 1 tiene un peso 3,6215 Kg, tratamiento 2 3,5857 kg, tratamiento 3 3,5787kg, tratamiento 4 3,7057kg. Como se muestra en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4: Resultado de peso de los bloques de alivianamiento

MUESTRA	PESO DE BLOQUES (kg)	PESO DE BLOQUES CONVENCIONALES(kg)
Tratamiento 1	3,6215	7-10 kg
Tratamiento 2	3,5857	
Tratamiento 3	3,5787	
Tratamiento 4	3,7057	

Realizado por: Edith Tanguila, 2018

Basándonos en la Norma INEN los bloques convencionales deben tener un peso entre 7 a 10Kg y los bloques hechos a base de la cascarilla se obtienen un peso mucho más liviano que los bloques convencionales, comprobando que el uso de la cascarilla de arroz es factible para obtener bloques alivianados.

4.3 Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS, de tal modo que se obtuvieron los siguientes resultados:

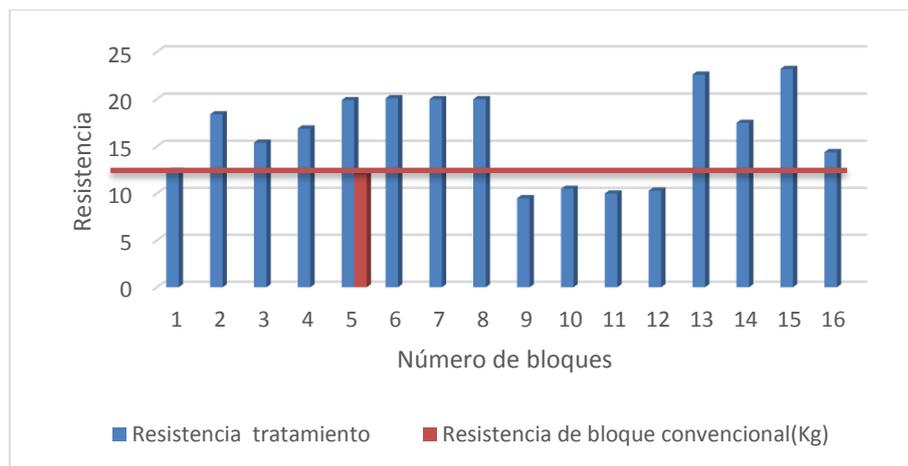


Gráfico 1-4: Prueba de Resistencia de bloques de alivianamiento
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Tenemos en el eje de las “Y” la columna que determina la resistencia de los bloques y en los ejes de las “X” el número de bloques que fueron sometidos hasta su rotura. Tabla 5-4

Tabla 5-4: Prueba T Multivariado de resistencia

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 16					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
resistencia	3,720	15	,002	4,3188	1,844	6,793

Realizado por: Tanguila Edith, 2018
Fuente: IBM SPSS

4.3.1 *Discusión:*

Como el “0” no está incluido entre los límites inferior y superior, la resistencia no es igual luego del tratamiento que en la bloquera.

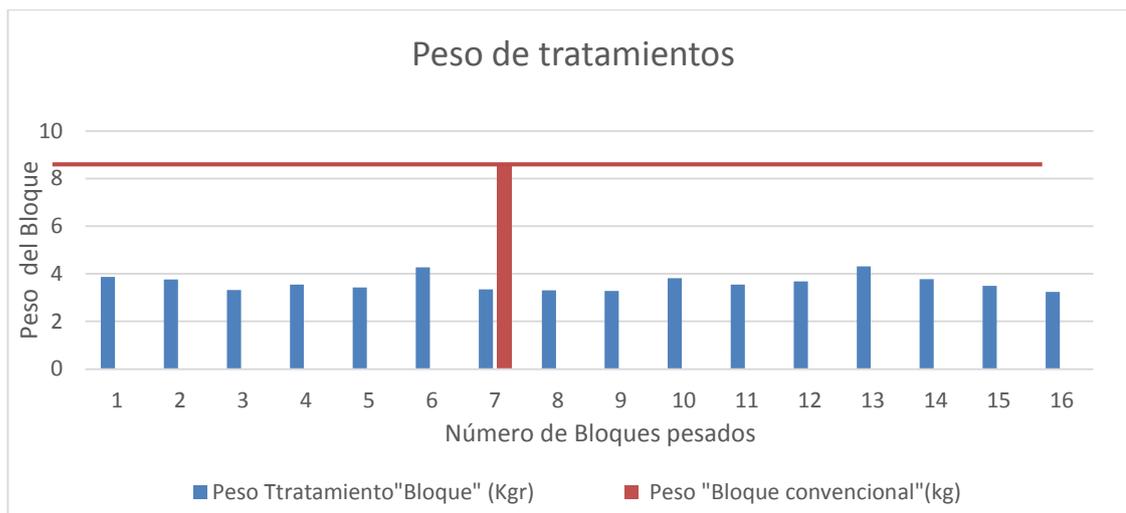


Gráfico 2-4: Medición de pesos de bloques de alivianamiento

Elaborado por: Tanguila Edith, 2018

Tenemos en el eje de las “Y” la columna que determina el peso de los bloques y en el eje de las “X” EL número de bloques que fueron pesados. Tabla 6-4

Tabla 6-4: Prueba T de Peso

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 8.58					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
peso	-60,053	15	,000	-4,957063	-5,13300	-4,78112

Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Fuente: IBM SPSS

4.3.2 *Discusión*

Como el “0” no está incluido entre los límites inferior y superior, el peso no es igual luego del tratamiento que en la bloquera.

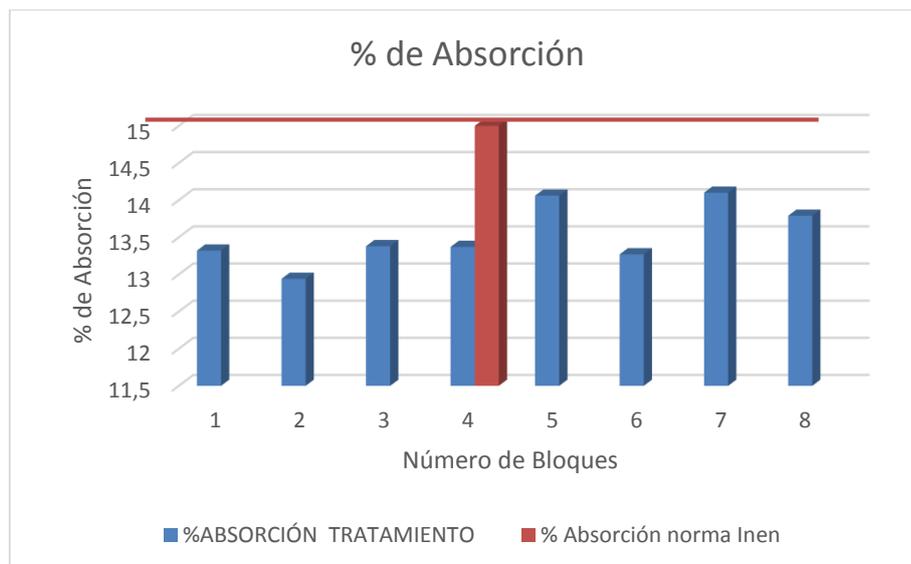


Gráfico 3-4: Prueba de porcentaje de absorción
 Elaborado por: Tanguila Edith, 2018

Tenemos en el eje de las “Y” la columna que determina el porcentaje de Absorción de los bloques y en el eje de las “X” el número de bloques que fueron sometidos a las pruebas de absorción.

Tabla 7-4: Prueba T de Absorción

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 15					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Absorción	-10,130	7	,000	-1,47125	-1,8147	-1,1278

Realizado por: Tanguila Edith, 2018
Fuente: IBM SPSS

4.3.3 *Discusión*

Como el “0” no está incluido entre los límites inferior y superior, el porcentaje de Absorción no debe ser mayor al 15 % establecido en la norma NTE INEN 642.

CONCLUSIONES

- Se caracterizó física y químicamente la cascarilla de Arroz, analizando parámetros como: humedad, pH, carbono orgánico, silicio y nitrógeno; dando como resultados 7,17% de humedad, pH de 6,76, carbono orgánico total 1,79%, nitrógeno total 0,15 y silicio 78278,27mg/Kg.
- Se elaboraron cuatro tipos de tratamientos de bloques de alivianamiento, donde se incluyó cascarilla de arroz como componente principal para la elaboración de bloques, por sus características físicas y mecánicas que presenta, facilita utilizar este residuo como complemento ideal de los agregados pétreos y contribuye con el medio ambiente.
- Se realizó pruebas físicas y mecánicas a cada tratamiento de los bloques de alivianamiento y se obtuvo resultados que en el tratamiento 1 tiene una resistencia 15,77 Kg/cm², 13,13 % de absorción y 3,6215 kg de peso, tratamiento 2 20Kg/cm², 13,37 % de absorción y 3,5857 kg de peso, tratamiento 3 10,07 Kg/cm², 13,66 % de absorción y 3,5787 de peso, tratamiento 4 19,42 Kg/cm², 13,94 % de absorción y 3,7057 de peso. Concluyendo según los resultados que el tratamiento 2 es el más apto con una resistencia de 20kg/cm² y un peso de 3,5857 kg.

RECOMENDACIONES

- Elaborar los bloques de alivianamiento usando agregados como la cascarilla de arroz sea esta molida o en ceniza, mientras las partículas sean más fina se lograra una mejor compactación y homogenización en el proceso de fabricación de los bloques, logrando obtener un bloque menos rustico.
- Se recomienda impulsar otros proyectos investigativos que se obtengan un producto innovador ,en base de residuos que no tengan un uso adecuado que puedan ser reutilizados en diferentes aspectos
- Se recomienda en estudios posteriores realizar pruebas físicas a los bloques de cascarilla de arroz para conocer su capacidad como aislante acústico y térmico.
- Comparar en duración con los bloques convencionales usados en las construcciones mejoradas y evaluar el comportamiento de los bloques de alivianamiento.
- Se sugiere difundir a la población las ventajas y beneficios del bloque con cascarilla de arroz, a través de charlas de concienciación con el medio ambiente y promover el interés a inversionista local a explotar este producto innovador.

BIBLIOGRAFÍA

ALDANA, H. Enciclopedia Agropecuaria. 2da.ed. Colombia: Terranova, 2001. pág. 184-187.

AHUMADA, L & PAEZ, J.N, (2006). Uso de la cascarilla de arroz.

[Consulta: 7 de marzo de 2017]. Disponible en:

<http://biblioteca.uniminuto.edu/ojs/index.php/Inventum/article/viewFile/47/46>

ÁLVAREZ, K., “Elaboración y comercialización de material de construcción a base de la cascarilla de arroz y su incidencia en el fortalecimiento de la preservación del medio ambiente”

Consulta :8 de Mmarzo de 20017].Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7969/1/BCIEQ%20T%200002%20Alvarez%20Marillo%20Kerly%20Geraldine.pdf>

BDA, 2008. Brick Development Association. {online} accesess on the 28/09/20017
<http://www.brick.org.uk/industry-sustainability.html>

CABO, María. “Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción”. (Tesis) (Ing. Agrónomo). Universidad Pública de Navarra, Escuela de Agronomía, Navarra-España. 2011, pp.39-42.[Consulta :27 de Marzo de 2017].Disponible en:

<http://academicae.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/4504/577656.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAICEDO, Urbano. (2009). Un proyecto con la cascarilla de arroz ayuda al ambiente.

[Consulta: 27 de Marzo 2017].Disponible en:

<http://www.eluniverso.com/2009/11/29/1/1430/un-proyecto-cascarilla-arroz-ayuda-ambiente.html>

CANAVAL, Jairo. Mejora de las propiedades mecánicas de durabilidad y compresión del cemento a partir de la mezcla con cascarilla de arroz. (cita. 2008-05-14)Agencia AUPEC.2007

CARRERA, D. & CEVALLOS, D. (2016). Bases del diseño sostenible para la construcción con bloque alivianado con poliestireno, Universidad Central del Ecuador, Carrera de Ingeniería Civil, quito-ecuador.

CHUR, Gian Carlos., “Evaluación del uso de la cascarilla de Arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería”

[Consulta: 27 de Marzo, 2017].Disponible en:

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3173_C.pdf

DONOSO, J., Guía para la implementación del programa piloto de reaprovechamiento de residuos sólidos en Tenjo y veredas aledañas al municipio., s.L., s. edt., s/a., Pp. 8-12

ECUADOR. Ministerio del Ambiente del Ecuador. *Acuerdo Ministerial N°028, Libro VI de la Calidad Ambiental.* Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015.

ECUADOR. Ministerio del Ambiente Ecuador. *Norma Técnica Ambiental Ecuatoriana-Suelo.*Orellana:s.n, 2015.

ESPINAL, Carlos. LA CADENA DEL ARROZ EN COLOMBIA UNA MIRADA GLOBAL DE SU ESTRUCTURA Y DINAMICA ,2005.

GALDAMES, D. Residuos Sólidos. 20101210.

[Consulta: 11 de Marzo 2017].Disponible en:

<http://www.fortunecety.es/expertos7profesor/171/residuos.html>

GOKTEPE, A.B, SEZER, A., SEZER, G.I., RAMYAR, K., Classification of time-dependent unconfined strength of fly ash treated clay, *Construction and Building Materials*, Volume 22, Issue 4, April 2008, Pages 675-683.

KINUTHIA, J.M., BAI, J., 2008. Using slag for unfired-clay masonry bricks. *Proceedings of ICE, Journal of Construction Materials* 161(4) 147-155.

MUÑOZ, M., Manual de manejo de residuos sólidos urbanos., Quito-Ecuador., ASAMTECH CIA LTDA., 2008., Pp.196-203

PÀLIZ ,D., “Factibilidad del uso del raquis de palma africana en mezcla con agregados de construcción para la fabricación de ladrillos ecológicos” Riobamba- Ecuador., Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, TESIS.,2014

[Consulta: 12 de marzo 2017] Disponible en:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4066/1/236T0128%20UDCTFC.pdf>

POZO,P., “Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la fabricación de bloques ecológicos para mampostería liviana” Riobamba- Ecuador., Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, TESIS.,2011

[Consulta 15 de marzo,2017].Disponible en:

https://scholar.google.es/scholar?cluster=1043132486586841240&hl=es&as_sdt=200s0

QUICENO,D.,MOSQUERA,M., “Alternativas tecnológicas para el uso de la cascarilla de arroz como combustible”

[Consulta 15 de marzo,2017].Disponible en :

<https://scholar.google.es/scholar?hl=es&q=alternativas+tecnologicas++a+base+de+la+cascarilla+de+arroz&btnG=&lr>

RAASK, E. Pozzolanic activity of pulverized fly ash. *Cement and Research Concrete*. 5 (4), 363-375.

RUIZ, Componentes y procesos Químicos del cemento.

[Consulta: 16 de marzo 2017].Disponible en:

http://www.csi-csif.es/andalucia/mod_ense-csifrevista.html

SANDOVAL, Lemus, Ana Ruth. Análisis de mercado para el uso de la cascarilla de arroz en la producción de plantas ornamentales florecedoras en puerto rico. Universidad De Puerto Rico Recinto Universitario De Mayagüez .2007.

YARBASI, N., KALKAN, E., AKBULUT, S., Modification of the geotechnical properties, as influenced by freeze-thaw, of granular soils with waste additives, *Cold Regions Science and Technology*, Volume 48, Issue 1, April 2007, Pages 44-54.

ANEXOS

Anexo A: Cascarilla de arroz después del pilado.



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo B: Recolección de la cascarilla de Arroz



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo C: Vaciado de la muestra



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo D: Muestra expuesta al sol



Realizado: Tanguila Edith, 2018

Anexo E: Molida de la Cascarilla de arroz con molino manual



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo F: Peso de Agregados bloques de prueba



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo G: Mezcla manual de los agregados para muestras de ensayo



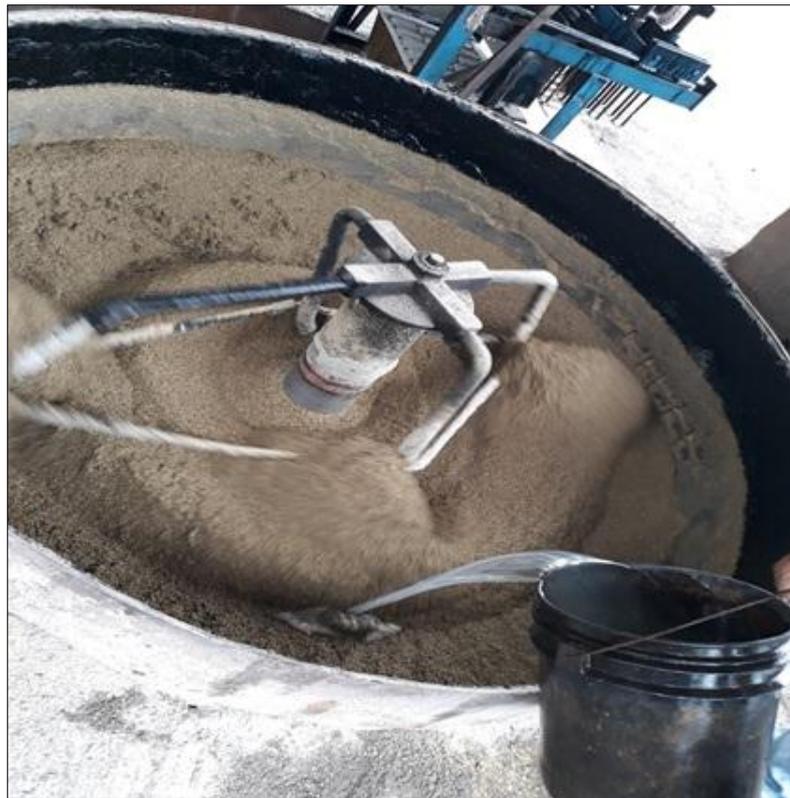
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo H: Mezcla de la cascarilla de arroz en el tambor



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo I: Adición de agua en la mezcla



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo J: Colocación de la mezcla en la prensadora



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo K: Vibración y compactación de la mezcla



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo L: Obtención de Bloques



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo M: Compactación de bloques después del vibrado



Realizado por: Tanguila Edith ,2018

Anexo N: Extracción de los bloques y transporte del área de fraguado



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo O: Área de fraguado



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo P: Extracción de los bloques



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo Q: Movilización de bloques al área de fraguado



Realizado: Tanguila Edith, 2018

Anexo R: Limpieza de grumos alrededor de los bloques



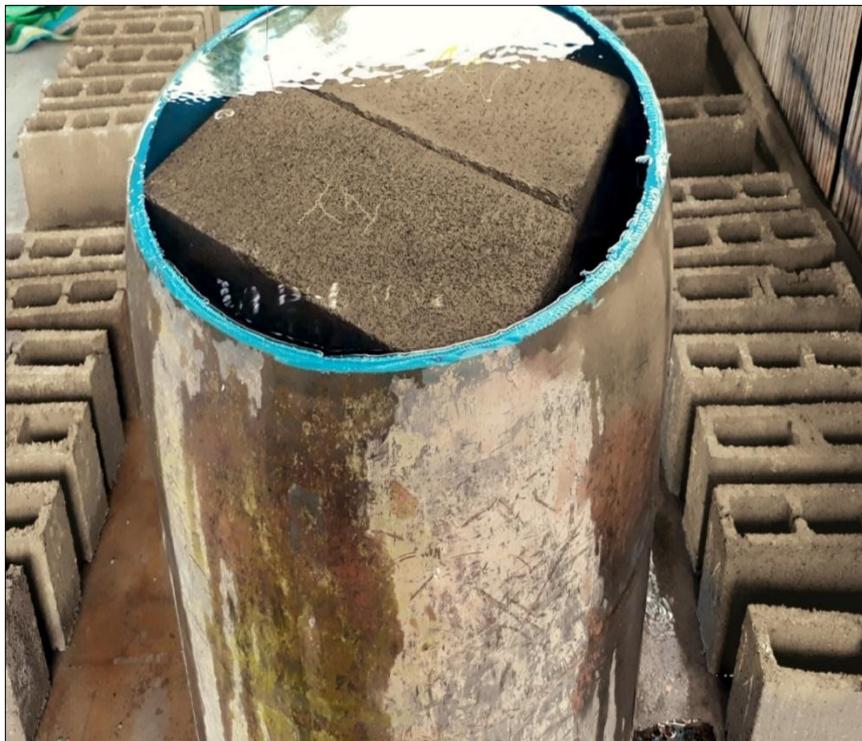
Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo S: Tratamiento en el área de fraguado



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo T: Curado de las muestras tratamiento 1



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo U: Curado de los bloques tratamiento 4



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo V: Prueba de resistencia de bloques



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo W: Prueba de resistencia tratamiento 2 y tratamiento 3



Realizado por: Tanguila Edith ,2018

Anexo X: Traslado de muestras al Laboratorio



Realizado por: Tanguila Edith, 2018

Anexo 2 : documentos escaneados

	<p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>
---	--

INFORME DE ENSAYO No: TV- 16-17
ST: 008- 17 ANÁLISIS DE TEJIDO VEGETAL

Nombre Peticionario: N.A.
Atn. Edith Tanguila Vargas
Dirección: Calle Alirio Angulo y Augusto Rueda
Orellana-Francisco de Orellana

FECHA: 29 de Junio del 2017
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2017/06/19 - 14:30
FECHA DE MUESTREO: 2017/06/16 - 11:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2017/06/19 - 2017/06/29
TIPO DE MUESTRA: Cascarilla de Arroz
CÓDIGO CESTTA: LAB-TV 16-17
CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA
PUNTO DE MUESTREO: Calle Alirio Angulo y Augusto Rueda
ANÁLISIS SOLICITADO: Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Edith Tanguila Vargas
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Silicio	EPA 3051 / 6010 B	mg/Kg	78278,27	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° OAE LE 2C 07-003
	INFORME DE ENSAYO N°: 113 981	
	SPS: 17 - 0 024	Análisis de Cascarilla

Coca, 24 de julio de 2017

Sra. EDITH TANGUILA.

Dirección: Coca.

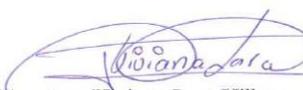
1.- Datos generales:

Recogidas por Sra. Edith Tanguila
 Fecha hora de toma de muestra 2 017 06 10 15:30.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 017 06 12 16:55.
 Fecha del análisis 2 017 06 12 a 2 017 07 17.
 Condiciones Ambientales de Análisis.. T. Máx: 26,5°C T. Mín: 21,5°C
Código de LabSu..... Identificación de la muestra.
 b 1 888..... **Muestra de Cascarilla de Arroz, Aprovechamiento de la Cascarilla de Arroz en la Elaboración de Bloques de Aliviana miento, Cantón Joya de los Sacha.**

2.- Resultados / Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	b 1 888	PEE-LABSU	Método / Norma / Referencia
1	*Potencial hidrógeno	~	6,76	PEE-LABSU-12	EPA 9040C
2	*Humedad	%	7,17	PEE-LABSU-51	Gravimetría
3	*Carbono orgánico Total	%	1,79	PEE-LABSU-66	EPA 9060
4	*Nitrógeno total	%	0,15	PEE-LABSU-71	KJELDAHL, EPA 351.2

3.- Responsables del Informe:


 Autorización: Ing. Viviana Lara Villegas.
 DIRECTOR TECNICO



Ing. Homero Vela W.
RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE



LABORATORIO EP - EMPROVIAL
RESISTENCIA DEL HORMIGON A LA COMPRESION SIMPLE

ENSAYO EN BLOQUES DE HORMIGON CON HUECOS - PRUEBAS

SOLICITA: SRA. EDITH TANGUILA VARGAS
ESTUDIANTE DE LA ESPOCH - ORELLANA

Area de carga: 160 cm²

FECHA: SEP./2017

ENSAYADO POR: Mario Morales

Fc: 16 Kgr./cm²

Cemento: Holcim - Rocafuerte

Agregados: Piedra molida+cemento+agua+cascarilla de arroz, ceniza y molida

Fecha de entrega de informe: 14/09/2017

Asentamiento:

Nº	ESTRUCTURA FUNDIDA	% RESISTENCIA DISEÑO	% RESIST. OBTENIDO	Peso Kgr.	FECHA VACIADO	EDAD DIAS	FECHA ENSAYO	CARGA Kgr.	RESIST. Kgr./cm ²	F'c Kgr./cm ²
BLOQUE HUECO PARA PRUEBAS DE 40X19X10 cm (con cascarilla de arroz en ceniza y molida)										
T1	BLOQUE	80	77.3	3.864	30/08/2017	15	14/09/2017	1980	12.4	12.8
T1	BLOQUE	80	114.8	3.766	30/08/2017	15	14/09/2017	2940	18.4	12.8
T1	BLOQUE	80	96.1	3.315	30/08/2017	15	14/09/2017	2460	15.4	12.8
T1	BLOQUE	80	105.5	3.541	30/08/2017	15	14/09/2017	2700	16.9	12.8
T2	BLOQUE	80	124.6	3.425	30/08/2017	15	14/09/2017	3190	19.9	12.8
T2	BLOQUE	80	125.4	4.266	30/08/2017	15	14/09/2017	3210	20.1	12.8
T2	BLOQUE	80	125.0	3.346	30/08/2017	15	14/09/2017	3200	20.0	12.8
T2	BLOQUE	80	125.2	3.306	30/08/2017	15	14/09/2017	3205	20.0	12.8
T3	BLOQUE	80	59.4	3.276	30/08/2017	15	14/09/2017	1520	9.5	12.8
T3	BLOQUE	80	65.6	3.814	30/08/2017	15	14/09/2017	1680	10.5	12.8
T3	BLOQUE	80	62.5	3.545	30/08/2017	15	14/09/2017	1600	10.0	12.8
T3	BLOQUE	80	64.1	3.680	30/08/2017	15	14/09/2017	1640	10.3	12.8
T4	BLOQUE	80	141.4	4.311	30/08/2017	15	14/09/2017	3620	22.6	12.8
T4	BLOQUE	80	109.4	3.776	30/08/2017	15	14/09/2017	2800	17.5	12.8
T4	BLOQUE	80	144.9	3.495	30/08/2017	15	14/09/2017	3710	23.2	12.8
T4	BLOQUE	80	89.8	3.241	30/08/2017	15	14/09/2017	2300	14.4	12.8

OBSERVACIONES:

El resultado a obtener debe ser el 80% de la resistencia final a los 28 dias de curado
Las muestras tienen 15 dias, por lo tanto deben resistir un minimo de 12,8 Kgr./cm²

La resistencia maxima a los 28 dias sera minimo 16 Kgr./cm²

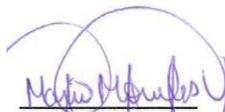
En el TRATAMIENTO 1 y 2, **SI** cumple con la especificacion requerida.

En el TRATAMIENTO 3, **NO** cumple con la especificacion requerida.

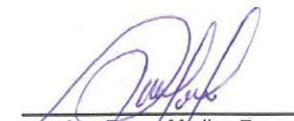
En el TRATAMIENTO 4, **SI** cumple con la especificacion requerida.

MUESTRAS HIDRATADAS POR 15 DIAS CONSECUTIVOS

Muestras ensayadas con la Sra. Edith Tanguila, estudiante de Ingenieria Biotecnologia Ambiental de la ESPOCH - Orellana


Sr. Mario Morales V.




Ing. Ronny Merling E.

Norma Técnica Ecuatoriana	BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y CONDICIONES GENERALES	NTE INEN 638 xx:2014
---------------------------------	--	-------------------------

1. OBJETO

Esta norma establece las definiciones, la clasificación y las condiciones generales de uso de los bloques huecos de hormigón, fabricados con cemento Portland, agua y agregados minerales.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma comprende los bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de paredes, paredes soportantes, paredes divisorias no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado.

Esta norma no comprende los paneles o bloques de hormigón espumoso, fabricados con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos en este documento y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 152 Cemento Portland. Requisitos.
NTE INEN 872 Áridos para hormigón. Requisitos.

4. DEFINICIONES

4.1 Bloque hueco de hormigón. Es una pieza prefabricada simple hecha a base de cemento, agua y áridos finos y gruesos, en forma de paralelepípedo, con uno o más huecos transversales en su interior, de modo que el volumen del material sólido sea del 50% al 75% del volumen total del elemento.

4.2 Bloques soportantes. Bloques que se utilizan en paredes soportantes cuya función es estructural, es decir, soporta a otros elementos estructurales del edificio (arcos, bóvedas, vigas, viguetas). Los bloques utilizados para este trabajo deberán estar condicionados a las características de resistencia, economía y durabilidad.

4.3 Bloques no soportantes. Bloques que se utilizan en paredes no soportantes, que sólo sirven para separar espacios de una vivienda y no soportan más carga que su propio peso.

4.4 Dimensiones efectivas. Se entiende por dimensiones efectivas a aquellas que se obtienen por medición directa efectuada sobre el bloque.

4.6 Dimensiones nominales. Se entiende por dimensiones nominales a las medidas principales: el largo, el ancho y el alto del bloque, establecidas en esta norma para designar el tamaño del bloque.

4.8 Resistencia a la compresión. Es la relación entre la carga de rotura a compresión de un bloque y su superficie bruta o neta.

4.7 Superficie bruta de contacto. Es la superficie normal al eje del o de los huecos, sin descontar la superficie de éstos, es decir: el producto del largo por el ancho del bloque.

4.8 Superficie neta de contacto. Es la superficie bruta de la cual se ha descontado la superficie de los huecos normal a su eje.

4.9 Volumen total. Es el volumen de bloque, calculado con sus medidas principales.

5. CLASIFICACIÓN

5.1 Clasificación de acuerdo al uso de los bloques

Los bloques huecos de hormigón se clasifican, de acuerdo a su uso, en cinco clases, como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de bloques, de acuerdo a sus usos

CLASE	USO
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento
	Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento
	Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento
E	Losas alivianadas de hormigón armado

5.2 Clasificación de acuerdo a la densidad de los bloques

Los bloques huecos de hormigón se clasifican, de acuerdo a su densidad, en tres tipos, como se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de bloques, de acuerdo a su densidad.

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

6. CONDICIONES GENERALES

6.1 Materiales

Los bloques se deben elaborar con cemento Portland, áridos finos y gruesos, tales como: arena, grava, piedra partida, granulados volcánicos, piedra pómez, escorias y otros materiales inorgánicos inertes adecuados.

El cemento que se utilice en la elaboración de los bloques debe cumplir con los requisitos de la Norma NTE INEN 152.

Los áridos que se utilicen en la elaboración de los bloques deben cumplir con los requisitos de la Norma NTE INEN 872 y, además pasar por un tamiz de abertura nominal de 10 mm.

El agua que se utilice en la elaboración de los bloques debe ser dulce, limpia, de preferencia potable y libre de cantidades apreciables de materiales nocivos como ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas.

Norma Técnica Ecuatoriana	BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. REQUISITOS	NTE INEN 643 XX-2014
---------------------------------	--	-------------------------

1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los bloques huecos de hormigón.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma comprende a los bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de paredes, paredes soportantes, paredes divisorias no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado.

Esta norma no comprende a los paneles o bloques de hormigón espumoso, fabricados con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos en este documento y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 638 Bloques huecos de hormigón. Definiciones, clasificación y condiciones generales.

NTE INEN 639 Bloques huecos de hormigón. Muestreo y ensayos.

4. CLASIFICACIÓN

Para efectos de esta norma, se aplica la misma clasificación indicada en el numeral 5 de la Norma INEN 638.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos físicos

Los bloques deben estar enteros y libres de fisuras u otros defectos que puedan interferir con la correcta colocación, o perjudicar significativamente la resistencia. No obstante, no serán motivo de rechazo las fisuras pequeñas resultado del proceso de fabricación, o de la manipulación propia de la distribución y entrega.

Solo el 5% de los bloques de un lote despachado a obra pueden presentar pequeñas fisuras, no mayores que 25 mm, en cualquier sentido.

Los bloques no soportantes deben estar correctamente identificados como tales, de manera que no puedan ser utilizados como bloques soportantes.

5.2 Resistencia a la compresión

Al momento de su entrega en obra, los bloques deben cumplir con los requisitos físicos establecidos en las Tablas 1 y 2, determinados según el ensayo establecido en la norma NTE INEN 639.