



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE MEDIO AMBIENTE

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN MEDIO AMBIENTE**

TEMA:

**APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE ARROZ Y
PLÁSTICO PET EN LA FABRICACIÓN DE ECO-BLOQUES EN
LA ESPAM MFL**

AUTORES:

**CINTHYA MARIANA GANCHOZO ROJAS
GUSTAVO ADOLFO ZAMBRANO RUEDA**

TUTOR:

DRA. AÍDA DE LA CRUZ BALÓN, MG.

CALCETA, JUNIO 2017

DERECHOS DE AUDITORÍA

Ganchozo Rojas Cinthya Mariana y Zambrano Rueda Gustavo Adolfo, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

CINTHYA M. GANCHOZO ROJAS

GUSTAVO A. ZAMBRANO RUEDA

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Aída de la Cruz Balón, certifica haber tutelado la tesis **APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE ARROZ Y PLÁSTICO PET EN LA FABRICACIÓN DE ECO-BLOQUES EN LA ESPAM MFL**, que ha sido desarrollada por Ganchozo Rojas Cinthya Mariana y Zambrano Rueda Gustavo Adolfo, previa la obtención de título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

DRA. AÍDA DE LA CRUZ BALÓN, MG.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis **APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE ARROZ Y PLÁSTICO PET EN LA FABRICACIÓN DE ECO-BLOQUES EN LA ESPAM MFL**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Ganchozo Rojas Cinthya Mariana y Zambrano Rueda Gustavo Adolfo, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JUAN C. LUQUE VERA, Mg.Sc
MIEMBRO

ING. SERGIO ALCÍVAR PINARGOTE, Mg.Sc.
MIEMBRO

ING. AGUSTÍN LEIVA PÉREZ Ph.D.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A Dios ser maravilloso que nos guía y encamina siempre a realizar cada actividad de forma correcta, para de esta forma alcanzar nuestra metas y objetivos.

A nuestros padres quienes nos formaron bajo principios éticos que nos permitieran desenvolvernos como personas de bien, a su vez por su fuerza y apoyo incondicional durante todo el proceso educativo.

A las autoridades de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López y en especial a la carrera de Medio Ambiente por abrirnos las puertas hacia un futuro prometedor.

A nuestro tutor Dra. Aída de la Cruz Balón quien nos orientó en el desarrollo de la investigación, proporcionándonos sus plenos conocimientos y así presentar un estudio de gran interés.

A los miembros del tribunal, Ing. Agustín Leiva Pérez, PhD, Ing. Sergio Alcívar, Mg, Ing. Juan Carlo Luque, Mg, que fueron los partícipes dentro del proceso correctivo del documento.

Cintha Ganchozo y Gustavo Zambrano

DEDICATORIA

A Dios por la vida, salud y las fuerzas que nos otorga en el diario vivir para seguir luchando y ser cada día una persona de bien.

A nuestros padres quienes a través de su esfuerzo, han logrado formarnos con principios y valores para llegar a ser unas profesionales de calidad, demostrando los conocimientos que hemos obtenido en el transcurso del aprendizaje.

A nuestros familiares, quienes de una u otra forma nos brindaron su apoyo incondicional en las actividades que teníamos que realizar para lograr la meta planteada.

Cinthy Ganchozo y Gustavo Zambrano

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUDITORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL.....	vii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURA	x
RESUMEN	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	4
1.4. HIPÓTESIS, PREMISA Y/O IDEAS A DEFENDER.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1 CASCARILLA DE ARROZ	6
2.2.1. COMPOSICIÓN DE LA CASCARA DE ARROZ	7
2.2.2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN	8
2.2.3. USO DE LA CASCARILLA DE ARROZ	9
2.3. EL CEMENTO.....	10
2.4 PLÁSTICO PET	11
2.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PLÁSTICOS	12
2.5 BLOQUES DE COSNTRUCCIÓN.....	13

2.6	PROPIEDADES ACÚSTICAS Y TÉRMICAS	15
2.7	CALIDAD	15
2.7.1	CONTROL DE CALIDAD	16
2.8	LOS DIAGRAMAS DE FLUJO	17
2.8.1	SIMBOLOGÍA	17
2.9	PROVEEDOR	18
2.10	ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO.....	19
2.11	LA MATRIZ DE LEOPOLD	20
2.12	MÉTODO CUANTITATIVO	21
2.13	MÉTODO DESCRIPTIVO	22
2.13.1	PASOS DEL MÉTODO DESCRIPTIVO.....	22
2.14	MÉTODO DEDUCTIVO	23
2.15	MÉTODO EXPERIMENTAL.....	24
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO		25
3.1.	UBICACIÓN	25
3.2.	VARIABLES	25
3.2.1.	INDEPENDIENTE	25
3.2.2.	DEPENDIENTE	25
3.3.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	25
3.4.	METODOLOGÍA	26
3.5.	MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	26
3.5.1.	MÉTODOS	26
3.5.2.	TÉCNICAS	27
3.5.3.	HERRAMIENTAS	29
3.6.	MANEJO DE LA INFORMACIÓN	30
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		35

4.1 PRIMERA ETAPA: DETERMINACIÓN DE LAS POSIBLES COMBINACIONES DE LA CASCARILLA DE ARROZ Y PLÁSTICO PET EN LA FABRICACION DEL ECO-BLOQUE.....	35
4.2 SEGUNDA FASE: DE PRUEBAS MECÁNICAS, ACÚSTICAS Y TÉRMICAS DEL ECO-BLOQUE	46
4.2.1 PRUEBAS MECÁNICAS.....	46
➤ COMPRESIÓN	46
➤ ADSORCIÓN DE AGUA	47
➤ PRUEBAS ACÚSTICAS	48
➤ PRUEBAS TÉRMICAS	50
4.3 TERCERA FASE: ESTIMACIÓN DEL EL IMPACTO AMBIENTAL Y EL COSTO DE FABRICACIÓN DEL ECO-BLOQUE EN COMPARACIÓN CON EL BLOQUE TRADICIONAL	52
4.3.1 MATRIZ DE LEOPOLD DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL QUE SE GENERA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE ELABORACIÓN DE ECO-BLOQUES.....	52
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
5.1 CONCLUSIONES.....	55
5.2 RECOMENDACIONES	56
6. BIBLIOGRAFÍA.....	57

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURA

CUADROS

2.1	COMPOSICIÓN DE CÁSCARA DE ARROZ A NIVEL MUNDIAL.....	20
2.2.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CÁSCARA DE ARROZ	22
2.3.	ESTUDIOS SOBRE ALTERNATIVAS DE USO DE CASCARILLA DE ARROZ.....	23
2.4	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CEMENTO.....	24
2.5	TIPOS DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN Y SUS USOS	27
2,6	SÍMBOLOS ESTANDARIZADOS.....	31
3.1	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, EN BLOQUES NO SOPORTANTES	47
3,2	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, EN BLOQUES SOPORTANTES.....	48
3.4	ADSORCIÓN EN BLOQUES, DE ACUERDO A SU CLASIFICACIÓN.....	49
4.1	ENTREVISTA REALIZADA A PILADORAS	51
4.2	ENTREVISTA REALIZADA A RECICLADORA	54
4.3	RESULTADOS ENTREVISTAS EN BLOQUERA.....	56
4.4	MEDIOS O HERRAMIENTAS DE TRABAJO.....	58
4.5	MATERIA PRIMA.....	59
4.6	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	59
4.7	COMPOSICIONES DE PRIMERAS PRUEBAS FALLIDAS.....	62
4.8	FACTORES DE TRATAMIENTO Y RESULTADOS DE PRUEBAS ...	63
4.9	RESULTADO DE MATRIZ DE LEOPOLD.....	64

FIGURAS

4.1	DIAGRAMA DE FLUJO ECO-BLOQUES.....	61
-----	------------------------------------	----

FÓRMULAS

2.1	RAZÓN B/C	34
3.1	ADSORCIÓN (Kg/M ³)	47
3.2	ADSORCION (%).....	47
3.3	CONTENIDO DE HUMEDAD.....	47
3.4	DENSIDAD	48
3.5	I (dB).....	50

RESUMEN

El propósito de la presente indagación consiste en el aprovechamiento de la cascarilla de arroz y plástico PET en la fabricación de Eco-bloques. Para lograr lo indicado, se plantearon objetivos que comprenderían: la determinación de las posibles combinaciones; establecimiento de pruebas mecánicas, acústicas y térmicas, y por último la estimación del impacto ambiental junto a los costos de fabricación de los mismos. De igual manera se recurrió a un sin número de conceptualizaciones que permitieran fundamentar la parte teórica de la investigación. Así mismo se utilizaron técnicas como la entrevista, observación, pruebas técnicas (mecánicas, acústicas y térmicas), costos de producción y un análisis económico que permitiera describir los datos más significativos dentro de la indagación planteada. También se acudió a herramientas como la ficha de proceso la cual logra detallar las actividades a las que se debe recurrir en la fabricación del bien mencionado; el checklist que identifica los cumplimientos e incumplimientos que dispone la normativa INEN y por último la matriz de Leopold que coadyuva al reconocimiento de las causas-efectos del impacto ambiental.

PALABRAS CLAVE: Aprovechamiento, cascarilla, PET, Eco-bloque, Normas INEN.

ABSTRACT

The purpose of this investigation is the use of rice husks and PET plastic in the manufacture of Eco-blocks. To achieve the above, raised objectives would include: the identification of possible combinations; establishing mechanical, acoustic and thermal testing, and finally the estimated environmental impact with manufacturing costs thereof. Similarly he resorted to a number of conceptualizations that would allow substantiate the theoretical part of the investigation. At the same techniques were used as interview, observation, technical tests (mechanical, acoustic and thermal), production costs and an economic analysis that would describe the most significant data within the proposed inquiry. He also turned to tools like the tab process which achieves detail the activities to which it must rely in making well mentioned; the checklist that identifies the compliance and noncompliance with the rules INEN available and finally the Leopold matrix that contributes to the recognition of the cause and effect of environmental impact.

KEYWORDS: Utilization, scale, PET, Eco-block, INEN Standards.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial la gestión de residuos sólidos resultantes de actividades industriales o agrícolas como es la cascarilla de arroz y plástico PET tiende a ser un poco considerable ya que muchas de estas son enviadas a vertederos, u otras incineradas sin un control adecuado que logre minimizar el impacto medioambiental. Por esta razón, en el mundo de la industria de construcción al considerar la gran demanda que existe de productos para edificaciones, se han desarrollado materiales que sirvan como fuente sustentable y sostenible con el entorno.

Según el Ministerio del Ambiente a través del Programa Nacional de Desechos Sólidos (2014) en el país se generan alrededor de 11.341 toneladas diarias de residuos, de los cuales el 61,4% son orgánicos, 9,4% papel y cartón, 11% plástico, 2,6% vidrio, 2,2% chatarra y otros un 13,3%. Así de igual manera el Servicio Ecuatoriano de Información (SEI) (2015) reporta que en el año 2014 se generaron 15'180.558,42 toneladas de arroz (en cáscara), de las cuales reportarían un aproximado de 333.972,85 toneladas de cascarilla de arroz. Es por esta razón que algunos países como Ecuador impulsan la creación de proyectos ecológicos que sirvan como medio de restructuración del nivel contaminante, y aunque estos se encuentran en pleno auge de desarrollo, el aprovechamiento de residuos industriales como la cascarilla de arroz y plástico PET resulta relevante para las futuras generaciones.

En la provincia de Manabí según el Sistema Nacional de Información (2015) se reportaron un total de 19.084,02 hectáreas de arroz (en cascara) plantadas en el año 2013, produciendo 63.655,15 toneladas métricas por cultivo. De esto agrega el MAGAP (2014) que dentro de la producción, surge aproximadamente el 22% de cascarilla, lo que correspondería a 14.004,13 toneladas, de igual manera el 8,5% de polvillo equivalente a 5.410,69 toneladas, todo esto por efecto del proceso de pilado. Por consiguiente, el proceso de reciclaje de plástico PET según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (2013)

en la mencionada provincia apenas está en auge, ya que en el año 2010 se reportó que tan sólo el 12,4% de los hogares clasificaban los mencionados desechos y que en el mismo año se reportaron acercamientos a 1.200 toneladas del material PET reciclado.

Por otra parte se añade que la obtención de la cascarilla de arroz y plástico PET genera impactos en el entorno debido a la quema o mal manejo de los mismos, ya que estos al no ser controlados respectivamente, repercuten en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) como el CH₄ (metano), el CO₂ (dióxido de carbono) y metales pesados. Dicho esto, surge la iniciativa de plantear la fabricación de Eco-bloques a base de los mencionados materiales dentro de la planta recicladora de la carrera de Medio Ambiente de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, dado que ésta promueve el desarrollo de investigaciones de esta índole.

Por último se enfatiza que a través de la generación de Eco-bloques a base de cascarilla de arroz y plástico PET que no se alejen de las características de calidad dispuestas por la normativa INEN, se estaría promoviendo a una reutilización de residuos sólidos que muchas veces son desechados en vertederos. Así mismo al ser promotores de la creación de bienes amigables con el medio ambiente, se estaría contribuyendo de forma directa e indirecta al cambio de la matriz productiva que propone el actual gobierno.

1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo incide la combinación de la cascarilla de arroz y plástico PET en la calidad de los Eco-bloques?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enmarca en la parte legal dispuesta en la Constitución de la República del Ecuador (2008) la cual en su Art.15 indica que: “El estado promoverá el uso de tecnologías ambientalmente limpias, no contaminantes y de bajo impacto en el sector público y privado” ; a su vez en

su Art. 276 título VI del régimen de desarrollo donde en su numeral cuatro expresa que: “ se debe recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades al acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural” dan la pauta para el desarrollo de investigaciones vinculadas al aprovechamiento de elementos que sirvan como fuente reutilizable, así de igual manera contribuir al cumplimiento del séptimo y décimo objetivo del Plan Nacional del Buen vivir o Sumak Kawsay que tratan sobre la garantía de los derechos de la naturaleza, la sostenibilidad ambiental territorial y el impulso de la matriz productiva.

Se estima que al utilizar métodos experimentales como ensayos técnicos compuestos por pruebas mecánicas, térmicas y acústicas, se estaría proporcionando un producto cuyas características cumplan con los estándares de calidad y durabilidad. Es por tal razón que la investigación se enfoca en la proporción de un bien que antes de ser fabricado en masa, sea estudiado previamente a través de las combinaciones respectivas en peso y masa de cada uno de los elementos que lo componen, hasta llegar a la deducción de la composición más sostenible y sustentable de Eco-bloque.

Al generar una investigación como la propuesta, se estaría proporcionando información relevante en cuanto al aprovechamiento de la cascarilla de arroz y plástico PET en el medio a donde se ha fijado el desarrollo de la indagación. Por consiguiente la elaboración de eco- bloques proveería de datos básicos para aquellas personas que pretendan implementar una micro, pequeña y mediana empresa (MIPYMES) dedicada a la generación de bienes amigables con el medio ambiente, ya que la estructura que conformaría el documento, serviría como instrumento teórico y práctico para futuras investigaciones.

Indagaciones como la referida permiten idealizar alternativas que logren la facilitación de productos ecológicos a la colectividad, los cuales de manera directa e indirecta les facultan una opción viable y sustentable en términos de calidad. A su vez al disponer de un bien cuyas particulares sean sostenibles y

durables, logren dar seguridad al momento de efectuar construcciones ecológicas.

Ambientalmente la presente investigación coadyuvará a un adecuado manejo de residuos sólidos tales como la cascarilla de arroz y plástico PET, ya que estos residuos industriales al ser desechados y no ser manipulados de la forma correcta generan factores contaminantes como el CO₂, metales pesados y Ch₄, los cuales repercuten en el medio ambiente por efecto de la incineración de los mismos.

Por tal razón, se propone la fabricación de Eco-bloques a partir de un desecho agroindustrial como es la cascarilla de arroz y plástico PET dentro de la planta de reciclaje de la Carrera de Medio Ambiente de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la cual colaboraría al desarrollo de construcciones que sean amigables con el ambiente, donde a su vez éste sirva como fuente sostenible y sustentable para las generaciones futuras.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la incidencia de la combinación de la cascarilla de arroz y plástico PET en la calidad de los Eco-bloques.

1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Determinar las posibles combinaciones de la cascarilla de arroz y plástico PET dentro en la fabricación del Eco-bloque.
- Establecer a través de pruebas mecánicas, acústicas y térmicas la calidad del Eco-bloque.
- Estimar el impacto ambiental y el costo de fabricación del Eco-bloque en comparación con el bloque tradicional.

1.4. HIPÓTESIS, PREMISA Y/O IDEAS A DEFENDER

Una combinación óptima de cascarilla de arroz y plástico PET, determinaría la calidad satisfactoria del Eco-bloque

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 CASCARILLA DE ARROZ

El arroz es sin duda el principal producto alimenticio del mundo para más de 1000 millones de personas, éste se cultiva en terrenos pantanosos, montañas y tierras bajas. En las regiones tropicales el arroz se planta y cosecha prácticamente todo el año (período de crecimiento entre 100-180 días), es por esta razón que Churg (2010) agrega que la producción mundial ha alcanzado en el año 2007 el nivel record de 657,3 millones de toneladas dentro de la zona mencionada, es decir, unas 438,1 millones de arroz molido.

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 cáscara 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 superplastificante 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.

2.2.1. COMPOSICIÓN DE LA CASCARA DE ARROZ

La cascara de arroz como indica Chur (2010) 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 (Ver cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Composición de cáscara de arroz a nivel mundial

Parámetros (%)	COMPOSICIÓN CÁSCARA 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

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.

2.2.2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN

Según Plaza y Posligua (2013) la cascarilla de arroz representa un desecho ya que no presenta propiedades nutritivas. Este contiene un alto contenido de Dióxido de Silicio (SiO_2), 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.

CUADRO 2.2.- Características físicas de la cáscara de arroz.

CASCARILLA DE ARROZ		CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ	
Componente	%	Componente	%
Carbono	39,1	Ceniza de Sílice (SiO ₂)	94,1
Hidrógeno	5,2	Oxido de Calcio (CaO)	0,55
Nitrógeno	0,6	Oxido de magnesio (MgO)	0,95
Oxígeno	37,2	Oxido de Potasio (K ₂ O)	2,10
Azufre	0,1	Oxido de Sodio (Na ₂ O)	0,11
Cenizas	17,8	Sulfato	0,06
		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

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, la 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.

2.2.3. 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 200

kg 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:

CUADRO 2.3.- 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 para aguas residuales
G.	Obtención de materiales adsorbentes.
H.	Fuente de sustancias químicas(carboximetilcelulosa de sodio; dióxido de SiO ₂ , Nitruro de silicio; furtural)
I.	Producción de aglomerados (tableros).
J.	Materiales de construcción.
K.	Cama en avicultura, porcicultura y en transporte de ganado
L.	Cenizas en cultivos (Frutas)

Fuente: (Prada, 2010)

2.3. EL CEMENTO

El cemento es un aglomerante inorgánico que se obtiene por calcinación de una mezcla de caliza y arcilla a 1.350 – 1.450 °C, el resultado es una mezcla de óxidos de calcio, silicio, aluminio, hierro y manganeso conocido como *Clinker*. El Clinker debidamente molido es el cemento en su forma habitual. El hormigón es una mezcla de cemento y áridos que al añadirle agua proporcionan un material de elevada cohesión y dureza y se emplea ampliamente en construcción. Las proporciones de cemento y árido determinan la calidad del futuro hormigón. Una mezcla de tres partes de árido, una de

cemento y una de agua, todas ellas en peso, proporcionan un hormigón de elevada dureza y baja permeabilidad, las mezclas más habituales son de 4:1 a 5:1 de árido/cemento, proporciones mayores de árido forman hormigones de baja calidad, poca coherencia y son fáciles de erosionar (Prada, 2010).

Cuadro 2.4. *Composición Química del Cemento*

COMPONENTE	PORCENTAJE, %
Óxido de Calcio (CaO)	63
Óxido de Silicio (SiO ₂)	21
Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	7
Óxido de Férrico (Fe ₂ O ₃)	3
Óxido de Magnesio (MgO)	1,5
Óxidos de azufre, sodio y potasio (SO ₃ , Na ₂ O y K ₂ O)	4,5
TOTAL	100

Fuente:(Prada, 2010)

El hormigón sirve como base a muros, suelos industriales, así como en muchos casos en el revoque de paredes exteriores de edificios. Tanto el cemento como el hormigón precisan después de su aplicación un tiempo de fraguado, cristalización con agua, no inferior a los 28 días, durante el cual es aconsejable su mojado periódico. Durante el periodo de fraguado se produce en la superficie del mismo la exudación de sales cálcicas que se conocen con el nombre de “lechada de cal”. La superficie del hormigón mantiene pH básico que puede saponificar determinar tipos de ligantes. En este caso se utilizará la cascarilla de arroz molida. (Santo. J, 2014).

2.4 PLÁSTICO PET

En 1860 el inventor norteamericano Wesley Hyatt, desarrolló un método de procesamiento a presión de la piroxilina, un nitrato de celulosa de baja nitración tratado previamente con alcanfor y una cantidad mínima de disolvente con el nombre de celuloide, el cual tuvo un notable éxito comercial a pesar de ser inflamable y de su deterioro al exponer a la luz. En 1909 el químico norteamericano de origen belga Leo Hendrik Baekeland sintetizó un polímero de interés comercial, a partir de moléculas de fenol y formaldehído (Hachi y Rodríguez, 2010).

Este producto podía moldearse a medida que se formaba y resultaba duro al solidificar, no conducía electricidad, era resistente al agua y los disolventes, pero fácilmente mecanizable. En la presente década, principalmente en lo que tiene que ver con el envasado de botellas y frascos, se ha desarrollado vertiginosamente el uso del PET (Tereftalato de polietileno), material que viene desplazando al vidrio y al PVC en el mercado de envases ya desde algunos años (Hachi y Rodríguez, 2010).

2.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PLÁSTICOS

El Polietileno Tereftalato es el nombre científico de las siglas PET, una materia prima perteneciente al grupo de materiales sintéticos denominados poliésteres y procedentes, del petróleo. Sus propiedades físicas y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que ha alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y de gran cantidad de envases (ANR, 2013).

Entre sus características físico-químicas más relevantes están la cristalinidad y la transparencia, lo que no impide que también pueda ser coloreado, al ser fácilmente imprimible y admitir el uso de tintas. Asimismo, tiene una alta resistencia al desgaste y unas buenas propiedades térmicas. Es una excelente barrera frente al CO₂, el O₂ y la humedad, al tiempo que es compatible con otros materiales de protección, lo que aumentaría dicha barrera frente a agentes agresivos externos. Otra de las propiedades fundamentales del PET es su gran ligereza, lo que le otorga otra ventaja añadida sobre los envases elaborados con otro material. Así, podría decirse que, por ejemplo, en caso de sustitución del vidrio, un camión puede transportar un 60 % de contenido y un 80 % menos de envase si lo hace con PET (ANR, 2013).

Según Hachi y Rodríguez (2010) los plásticos se caracterizan por su alta relación entre resistencia y densidad, siendo excelentes aisladores térmicos y eléctricos con una buena resistencia a los ácidos álcalis y disolventes. Las enormes moléculas de las que están compuestos pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, dependiendo del tipo de plástico. Las moléculas lineales y ramificadas son termoplásticas es decir estas se ablandan al calor,

mientras que las entrecruzadas son termoendurecibles, esto quiere decir que se endurece con calor.

A pesar de su indiscutible utilidad en la vida cotidiana, como lo refiere Ortiz (2010) estos una vez que sean hayan utilizado se convierten en residuos que forman parte de los residuos sólidos urbanos (RSU) generados en grandes cantidades. Los RSU originan problemas de contaminación del agua, aire y suelo, que impactan directamente al ambiente y a la salud. Por esta razón acota que a nivel mundial, se calcula que 25 millones de toneladas de plásticos se acumulan en el ambiente cada año y pueden permanecer inalterables por un periodo de entre 100 y 500 años. Por esta razón el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos del Ministerio del Ambiente del Ecuador (2014), considera que tan sólo un 40% de la producción total de plásticos es reciclada y que un 60% de ésta todavía se encuentra en calles, rellenos sanitarios, vertederos y en las vías.

Esto se debe a que su degradación es muy lenta y consiste principalmente en su fragmentación en partículas más pequeñas, mismas que se distribuyen en los mares (en estos se han encontrado entre 3 a 30 kg/km²), ríos, sedimentos y suelos, entre otros. Es común observar paisajes en caminos, áreas naturales protegidas, carreteras, lagos, entre otros, con plásticos tirados como parte de lo mismo.

2.5 BLOQUES DE COSNTRUCCIÓN

De acuerdo a lo expresado por Simbaña (2014) un bloque, es un paralelepípedo rectangular prefabricado, el cual puede ser elaborado por hormigones finos o morteros de cemento, para la obtención final del bien se debe de efectuar una secuencia de pasos que aseguren una adecuada compactación de los materiales primos a utilizar, donde la finalidad de éstos es ser utilizados para construcciones de muros y paredes. Según Quilumba (2013) los bloques deben de ser curados al tercer día luego de su fabricación, para de esta manera lograr identificar la reacción química de los materiales primos y así identificar el grado de compresión y la calidad requerida, no

obstante se enfatiza que estos deben de ser colocados en un espacio amplio donde se efectúe un adecuado secado.

Según la norma INEN: 638 (1993) que se encuentra vigente en el territorio ecuatoriano, los bloques huecos son un elemento simple que en su mayoría son compuestos por hormigón, en forma 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. Así mismo, se indica que los bloques huecos se clasifican de acuerdo a su uso, en cinco tipos que son:

CUADRO 2.5.- Tipos de bloques huecos de hormigón y sus usos

TIPO	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

Fuente: (INEN: 638, 1993)

Se acota que según estudio referenciales en la introducción de residuos industriales como sustitutos del cemento en bloques ecológicos de construcción, brindan la posibilidad de establecer un amplio desarrollo a nivel ambiental, social y económico. La fabricación de bloques ecológicos con dimensiones comerciales a nivel industrial, en los que se reemplazó un porcentaje del contenido cemento por cascarilla de arroz, ceniza de la cascarilla de arroz y ceniza volante (caracterizadas mediante ensayos de granulometría, masa unitaria y humedad), en 10, 15 y 20 %, manteniendo constante la cantidad de agua y arena de mezclado del bloque (Fuentes *et al*, 2015).

Los bloques ecológicos obtenidos se analizan mecánicamente, donde se determina la resistencia a compresión, obteniendo resultados para cascarilla de

arroz, ceniza de la cascarilla de arroz y ceniza volante, respectivamente, a los 7, 28 y 45 días de curado; dichas resistencias se comparan con la del patrón, que consistían en el bloque de referencia con 100% de cemento, para observar las características cementantes de las adiciones, las cuales afectan considerablemente la resistencia del eco-bloque (Fuentes *et al*, 2015).

En la investigación para la obtención de bloques a partir de la cascarilla de arroz se incorporan los materiales lignocelulósicos en la elaboración de nuevos productos, es una tendencia que gana más fuerza conforme pasa el tiempo, ya que se obtienen productos similares a los provenientes de materias primas comerciales, y que además son amigables con el ambiente. La cascarilla de arroz es un subproducto generado del proceso de molienda del grano de arroz proveniente de los campos de cultivo. Se caracterizó la cascarilla de arroz que se utiliza en este trabajo, mediante procedimientos de las normas American Society for Testing Materials (ASTM). Los resultados generalmente de mayor interés para la caracterización son la alfa celulosa presente (19,736%), y el contenido de lignina (6,270%). (Vargas *et al*, 2013).

2.6 PROPIEDADES ACÚSTICAS Y TÉRMICAS

Según Arrieta y Peñaherrera (2001) las transmisiones de calor a través de los muros son uno de los problemas que afectan el confort y la economía de la vivienda en zonas cálidas y frías debido al alto costo que presenta el empleo de aislante y de calefacción. Los bloques tienen una conductividad térmica variable, ya que influyen los tipos de agregados que se vayan a utilizar en la fabricación y el espesor del bloque. Así mismo mencionan que se puede bajar la transmisión térmica de los muros revocándolo con mortero preparado con agregado livianos de procedencia volcánica. Más aun es referente a la absorción y la transmisión de sonido, incluso tiene capacidad de absorción variable de un 25% a 50%.

2.7 CALIDAD

La calidad según Cuatrecasas (2010) es denominada como la totalidad de las características que tiene un producto o servicio, este deberá cumplir con las

especificaciones adecuadas con las que fueron diseñadas y así lograr ajustarse a las necesidades expresadas por los consumidores. Es necesario recalcar que el mercado consumidor exige cada día más, por tal razón se debe cumplir con las exigencias de manera rápida y al mínimo costo. Así mismo De Barillas et al., (2011) indica que el fin primordial de la calidad es el de no generar defectos, cumplir expectativas, hacer bien las cosas a la primera, no quejas, no rechazos, ni devoluciones.

Dentro de la fabricación de los Eco-bloques la calidad resulta muy determinante, ya que de este dependerá la durabilidad y sostenibilidad del mismo. No obstante, vale recalcar que para ello se constatará si el bien fabricado cumple con todos los requisitos que dispone la normativa INEN en los ámbitos de fabricación y de las muestras o ensayos que sean requeridas para la reproducción, de esta manera se podría establecer un cumplimiento adecuado de la calidad que se pretende lograr.

2.7.1 CONTROL DE CALIDAD

Según lo descrito por Arrieta y Peñaherrera (2001) los bienes a producir tienen que contar con ciertas evaluaciones de calidad, las cuales deben de estar normadas acorde a las disposiciones de las entidades reguladoras de cada país. Sin embargo hace énfasis en que las principales características que dan aseguramiento de la calidad del bien producido son las siguientes:

- Dimensionamiento.- Este se encarga de medir cada espécimen o bien producido mediante aspectos de altura, anchura y largor.
- Resistencia a la compresión.- Se denomina a la propiedad más importante de la unidad de albañilería; esta no solo define el nivel de calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia al intemperismo o cualquier otra causa de deterioro.
- Adsorción de Agua.- Es la propiedad del material para atrapar el agua. Esta se llega a estimar a través del pesaje del material seco para posterior a ello introducirlo al agua durante 24 horas y así obtener el peso saturado.

- Ensayos técnicos o pruebas mecánicas.- Se caracterizan por verificar la calidad de los productos todo ello a través de un sin número de análisis de laboratorio que determinan el grado de compresión admisible.

El control de calidad como se ha mencionado, permite que a través de ciertas pruebas o análisis se logre estimar el grado o nivel de calidad requerido. Por tal razón, resulta preciso la aplicación de estos dentro de la investigación propuesta, ya que de cierto modo permite establecer la fiabilidad o confiabilidad del bien que se proyecta realizar.

2.8 LOS DIAGRAMAS DE FLUJO

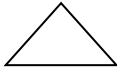


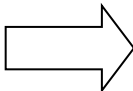


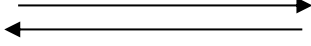
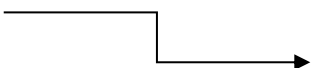
Los diagramas de flujo según Guaño (2014) son herramientas que sirven fundamentalmente para la elaboración de procedimientos, estos permiten observar gráficamente y de forma consecutiva, el desarrollo de las actividades dentro de un procesamiento manufacturero o en la prestación de un servicio. Como se mencionada estos diagramas permiten la realización o desarrollo de cierto trabajo determinado, para esto se debe de considerar de forma importante que este deberá iniciar con un verbo en infinitivo.

En los diagramas de flujo como por ejemplo, el diagrama de flujo de proceso, aparece una nomenclatura y una simbología sobre cómo hay que representarlos hay que destacar que tanto la nomenclatura como los símbolos se encuentran estandarizados y hay diversas normas internacionales (Salvador. A, 2014).

2.8.1 SIMBOLOGÍA

Según Guaño (2014) los diagramas de flujo utilizan simbologías ampliamente variadas y estas son seleccionadas acorde al criterio de cada institución, sin embargo la simbología básica que mayormente es utilizada para los flujogramas es proporcionada por la sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos por sus siglas en inglés ASME. Por lo tanto a continuación se expresa los principales símbolos empleados que son:

Cuadro 2.6 Símbolos Estandarizados

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	ORIGEN.- Este símbolo sirve para identificar el paso previo que da origen al proceso.
	OPERACIÓN.- Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.
	INSPECCIÓN.- Indica cada vez que debe de efectuarse en términos de calidad una característica de control u inspección.
	TRANSPORTE.- La flecha ancha significa el movimiento o traslado de un documento, material o recurso.
	DEMORA.- Indica cuando un documento o recurso se encuentra detenido, ya que se requiere la ejecución de otra operación o el tiempo de ejecución es lento.
	ALMACENAMIENTO.- Indica el depósito o almacenamiento de un recurso.
	La flecha indica la dirección del flujo, puede ser horizontal, ascendente o descendente.
	La flecha quebrada se utiliza para mostrar transmisión de los datos por vía telefónica o fax.

Fuente: (Guaño, 2014)

A partir de estos símbolos se pueden diseñar flujogramas que facilitan la identificación de todas las partes intervinientes y la forma en que participan, ya que este es una de las principales herramientas de esquematización, análisis y mejora de procedimientos (Guaño, 2014).

2.9 PROVEEDOR

Según Vírveda (2011) el proceso de selección de proveedores es una de las decisiones más importantes en una compañía para mantener la competitividad, especialmente en la actualidad, donde el mercado está cambiando continuamente. La actividad de compras determina una parte importante del coste final del producto, por esta razón, esta selección es una de las decisiones que determina la viabilidad a largo plazo de la compañía. Gencer and Gürpınar señalan que el coste de los bienes y servicios

representan más del 60% del coste de ventas y que más del 50% de los defectos de calidad son debidos a la compra del material. La selección de proveedores es un problema multi-criterio, el cual incluye factores cuantitativos y cualitativos. Para seleccionar al mejor proveedor es necesario hacer una compensación entre estos factores tangibles e intangibles entre los que puede haber conflicto. No es fácil tomar la decisión sobre cuál es el mejor proveedor y por ello se han desarrollado métodos que ayuden en este proceso.

2.10 ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO.

Como parte introductoria Huicochea y Alvarado (2010) refieren que los análisis de costos son una exanimación minuciosa, el cual llega a proporcionar grandes cantidades de información las cuales son muy útiles dentro de la parte administrativa, ya que a través de ello se logra definir en términos de calidad el impacto de los procesos y de los recursos con los que se cuenta; a su vez Molina (2010) refiere que el punto de partida de un análisis de costos se debe de suscitar en la definición de la cadena de valor de la empresa, de la asignación de los costos y de las actividades de valor con los cuales una empresa crea un producto que tiene valor para los compradores.

Para ello Hillermann (2011) los análisis de costo beneficio son una técnica que se basan en el principio de obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo efectuado. Este esfuerzo incluye:

- La inversión de recursos económicos o físicos;
- La eficiencia técnica y
- La motivación humana

Además dicho análisis es prácticamente aplicable en gran mayoría de proyectos, un ejemplo de ellos son los relacionados a aspectos sociales, colectivos o individuales, de empresas privadas o públicas y de plan de negocios, y que estos a su vez sirven para:

1. Tomar decisiones en cuanto a dos o más alternativas.

2. Evaluar el proyecto o propuesta.

La ventaja del análisis costo-beneficio, comparado con un procedimiento de orden más cualitativo, tal como la determinación de si un proyecto maximiza el “misión relevantwelfare” (por ejemplo, seguridad laboral y varios aspectos inmersos en la calidad), es que el análisis costo-beneficio permite verificar la base de la decisión, para esto se añade la siguiente fórmula:

$$\text{Razón B/C} \quad [\text{Fórmula 2.1}] \text{ Relación Costo – Beneficio}$$

2.11 LA MATRIZ DE LEOPOLD

Según Busto (2016) fue desarrollada en los años 70 por la Dr. Luna Leopold y colaboradores, para ser aplicada en proyecto de construcción y especialmente útil, por enfoque y contenido, para la evaluación preliminar de aquellos proyectos de los que se prevén grandes impactos ambientales. La matriz sirve solo para identificar impactos y su origen, sin proporcionarles un valor. Permite, sin embargo, estimar la importancia y magnitud de los impactos con ayuda de un grupo de expertos y de otros profesionales involucrados en el proyecto. En este sentido representan un avance respecto a las matrices de interacción simple (Borderías y Muguzura, 2014).

Según Borderías and Muguruza (2014) La importancia del método diseñado por Leopold reside en que:

- La fuerza a considerar los posibles impactos de acciones proyectadas sobre diferentes factores ambientales.
- Incorpora la consideración de magnitud e importancia de un impacto ambiental.
- La Matriz de Leopold ha sido la base a partir de la cual se han derivado métodos similares

La matriz de Leopold consiste en un listado de 100 acciones que pueden causar impactos ambientales y 88 características ambientales. Esta combinación produce una matriz con 8.800 casilleros. En cada casillero, a su

vez, se distingue entre magnitud e importancia del impacto, en una escala que va de uno a diez. La magnitud del impacto hace referencia a su cantidad física; si es grande o pequeño dependerá del patrón de comparación, y puede tener el caracteres positivo o negativo, si es que el tipo de modificación identificada es deseada o no, respectivamente (Busto, 2016).

La importancia, que solo puede recibir valores positivos, queda dada por la ponderación que se asigne y puede ser muy diferente de la magnitud. Si un contaminante, por ejemplo, degrada fuertemente un curso de agua en una región muy remota, sin fauna valiosa no asentamiento humanos, la incidencia puede ser reducida. En otras palabra, significa una alta magnitud opero baja importancia (Busto, 2016).

2.12 MÉTODO CUANTITATIVO

Se aplica la técnica cuantitativa cuando se precisan patrones numéricos, es decir, datos de investigación que requieran ser clasificados de una forma numérica, como por ejemplo: cuando se necesita saber el porcentaje de una determinada actividad en ciertas personas, o cuando se requiere conocer el porcentaje del consumo de determinados medicamentos (Soliz. J, 2011).

Las técnicas cuantitativas como lo indica Gómez et al (2010) se encuentran dotadas de aspectos estadísticos dentro de un diseño experimental, llegando de esta manera a generar un aumento en las capacidades de análisis y evaluación sobre las alternativas de estructuraciones. Por último hace énfasis en que estos dependen de otros elementos como los recursos disponibles, nivel de complejidad, información, entre otros.

El método cuantitativo aportará significativamente a la investigación ya que se encargará de proporcionar valores numéricos, es decir, a través de ello, se podrá tener una visión clara sobre los porcentajes de la composición del Eco-bloque, determinando así un valor por cada insumo dentro de cada bien producido.

2.13 MÉTODO DESCRIPTIVO

Según Pereira (2011) el método descriptivo comprende uno de los más antiguos y utilizados en ámbitos filosóficos, donde lo importante es estimar que tipo de realidades han de ser descritas y que estas a su vez pueden contener una multiplicidad de perspectivas. A sí mismo indica que lo decisivo no es tan solo el describir meros objetos o hechos, sino diversidad de campos de posibilidades.

Este método Trabaja sobre la realidad de los hechos y sus características esenciales, es la interpretación correcta. Este tipo de investigación comprende la descripción, registro, análisis e interpretación del fenómeno del estudio, ya que su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no son solamente tabuladores sino que recogen los datos sobre la base de una teoría, resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyen al conocimiento (UNIVO, 2011).

El objeto de la investigación descriptiva como menciona Acero (2012) consiste en evaluar ciertas características de una situación particular en uno o más puntos del tiempo, así mismo se analizan los datos reunidos para descubrir así, cuales variables están relacionadas entre sí, ya que describe una situación, fenómeno, proceso o hecho social para formular, en base a esto, hipótesis precisas.

2.13.1 PASOS DEL MÉTODO DESCRIPTIVO

- Delimitación del problema
- Estudio del material bibliográfico y estudio exploratorio
- Formulación de hipótesis
- Recolección de datos
- Elaboración de los datos (organización, clasificación, comparación, interpretación de los datos).
- Redacción del informe

El método descriptivo como se indica, permitirá detallar cada uno de los procesos que se verán inmiscuidos dentro de la fabricación de Eco-bloques en la ESPAM MFL, así de esta manera poder facilitar a los lectores una información legible y entendible. De igual manera, se acota que éste coadyuvará al desarrollo del diagrama de procesos, el cual plasmará de manera gráfica los eslabones productivos.

2.14 MÉTODO DEDUCTIVO

Rodríguez (2010), expresa que el método deductivo consiste en obtener conclusiones particulares a partir de una ley universal, el cual consta de las siguientes etapas:

- Determina los hechos más importantes en el fenómeno por analizar
- Deduce las relaciones constantes de naturaleza uniforme que dan lugar al fenómeno.
- Se observa la realidad para comprobar la hipótesis.

El termino método significa el camino a seguir mediante una serie de operaciones y reglas prefijadas, que nos permiten alcanzar un resultado propuesto, como es consenso, es el camino para llegar a un fin o meta. En tal sentido toda labor del procesamiento humano de información requiere asumir el camino más adecuado y viable para lograr un objetivo trazado. También puede considerarse el método, como un procedimiento de indagación para tratar un conjunto de problemas desconocidos, procedimiento en el cual se hace uso fundamentalmente del pensamiento lógico (Chávez, 2009)

Como se indica, éste método logrará determinar los hechos más relevantes dentro de la investigación experimental propuesta, para ello se estima que luego de haber desarrollado cada una de las actividades dentro de la indagación se llega a la generación de un análisis que permita llegar a una deducción particular sobre el estudio.

2.15 MÉTODO EXPERIMENTAL

De acuerdo lo que dice Murillo (2010) la investigación de enfoque experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, un experimento consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente). Esto se lleva a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. Los métodos experimentales son los adecuados para poner a prueba hipótesis de relaciones causales.

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

El presente documento se enmarca en la normativa institucional de la ESPAM MFL (2012) quién proporciona todos los aspectos estructurales para la generación de una información precisa y legible, donde ésta a su vez, se desarrolla a través de una indagación experimental.

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se llevó a efecto en la planta de reciclaje de la Carrera de Medio Ambiente de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López ubicada en el sitio el Limón de la ciudad de Calceta, Cantón Bolívar provincia de Manabí. Se consideró la instalación mencionada, ya que esta posee todas las características e instalaciones para lograr lo propuesto.

3.2. VARIABLES

3.2.1. INDEPENDIENTE

Combinación de la cascarilla de arroz y plástico PET.

3.2.2. DEPENDIENTE

Calidad de Eco-bloques.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para llegar a determinar el tipo de investigación a realizar, se consideró aspectos que permitan un mayor control y manipulación de las variables implicadas, por tal razón por parte de los promotores se llegó a la definición de que la presente indagación sea de carácter experimental, obteniendo de forma general datos relevantes sobre la evolución o adaptación de los materiales a utilizar dentro de la elaboración de Eco-bloques, además de la realización de pruebas mecánicas, las cuales se basaron en los niveles o rangos aceptables dentro de la elaboración de bloques dispuestos por el Servicio Ecuatoriano de

Normalización. Como es de conocimiento, la mencionada institución proporciona información basada en normas internacionales como las ISO, por tal razón se refiere que se tomaron en cuenta aquellas que vinculen a la obtención de un producto de calidad y con responsabilidad ambiental.

3.4. METODOLOGÍA

En referencia a la metodología de la investigación Sampieri et al., (2010) acota que existen diversas formas para lograr la consecución de resultados, teniendo como referencia a métodos cuantitativos y cualitativos que promuevan a la obtención de datos. Una combinación adecuada de estas, conlleva a una metodología mixta, la cual generaría importantes resultados cualificables y cuantificables. Es por tal razón que al ser considerada como modelo dentro de la indagación propuesta, permitió identificar cada una de las fases a las que se debieron de recurrir dentro a la elaboración de Eco-bloques, y así obtener el arquetipo más viable.

3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Para el cumplimiento de lo planteado se acudió a métodos, técnicas y herramientas para un adecuado entendimiento de cada una de las etapas realizadas, la cuales serán descritas a continuación:

3.5.1. MÉTODOS

Se pretende que para el desarrollo de la investigación se deban de cumplir los siguientes métodos:

3.5.1.1. MÉTODO CUANTITATIVO

El método cuantitativo permitió dentro el objeto de estudio reconocer aquellos aspectos numéricos que darían relevancia a los resultados próximos de la composición del Eco-bloque, es decir, considerando la cantidad adecuada de cada uno de los elementos a utilizar. De esta manera identificar de una manera más exacta la mejor composición del bien a fabricar.

3.5.1.2. MÉTODO DESCRIPTIVO

Este coadyuvo a la descripción de cada una de las actividades a las que se deben de recurrir para la fabricación del Eco-bloque, así mismo de los recursos y equipos necesarios para la elaboración del mencionado producto. De igual manera contribuyó a la descripción del diagrama de flujo de procesos, el cual está dotado de la información final obtenida sobre el modelo o arquetipo más viable.

3.5.1.3. MÉTODO EXPERIMENTAL

El método experimental permitió manipular los elementos que son de requerimiento para la obtención del mejor arquetipo del bien mencionado, para esto se necesitó de vital importancia una secuencia de pruebas mecánicas como resistencia a la compresión, adsorción a la humedad, aislamiento acústico y térmico. Lo mencionado indica que para la obtención de un Eco-bloque a base de cascarilla de arroz y plástico PET con características de calidad, deberá de cumplir con la norma INEN.

3.5.1.4. MÉTODO DEDUCTIVO

Se consideró al método deductivo como un medio necesario para lograr una determinación adecuada de la composición óptima del arquetipo, es decir, que una vez analizados los materiales y la combinación respectiva de los mismos se fijaría la opción más viable y sostenible, para de esta manera proporcionar un bien que sea amigable con el medio ambiente y que a su vez cumpla con los requerimientos de calidad que norman la producción de bienes y servicios a nivel nacional a través de la Norma.

3.5.2. TÉCNICAS

Las técnicas que fueron utilizadas para complementar la investigación son las siguientes:

3.5.2.1. ENTREVISTA

Esta técnica logro acceder de forma directa a la información sobre los productores de estos desechos y así como de conocer la proporción generada; para esto se estableció una entrevista con los proveedores de la materia prima como la cascarilla de arroz y plástico PET con el objetivo de conocer la capacidad de abastecimiento que se obtendría para la fabricación de eco-bloques, de igual manera sobre las utilidades de la reutilización de los mencionados elementos.

3.5.2.2. LA OBSERVACIÓN

La observación permitió una visualización más precisa de los hechos o acciones a realizar dentro del proceso, más aun cuando se debe de establecer un criterio científico como el que se presentaría en las pruebas mecánicas. Así mismo, en conjunto con otras técnicas contribuyó a la construcción del diagrama de flujo donde se fijan las características y actividades del proceso de fabricación de Eco-bloque.

3.5.2.3. PRUEBAS TÉCNICAS

Para determinar la calidad efectiva de la elaboración de Eco-bloques a base de cascarilla de arroz y plástico PET, se realizó pruebas mecánicas, acústicas y térmicas. Sin embargo para la obtención de un bloque que cumpla con todos los requisitos de sostenibilidad y responsabilidad ambiental, se tuvo que efectuar cierta cantidad de prototipos con diferencias de composición de materiales, los cuales al ser estudiados determinarían cuál de las opciones es la más factible, siempre y cuando se cumpla con los requisitos de calidad dispuesto en el territorio ecuatoriano, contribuyendo significativamente al desarrollo adecuado de la investigación propuesta.

3.5.2.4. ANÁLISIS ECONÓMICO

A través de la identificación de la materia prima para la producción de los mencionados Eco-bloques, se estima el costo unitario de producción de cada bien, considerando los rubros correspondientes. De igual manera un análisis de

costo-beneficio, proporciona un dato importante sobre los valores a los cuales se deben recurrir para adquirir un equipamiento básico que permita la fabricación del Eco-bloque, bajo estándares adecuados.

3.5.3. HERRAMIENTAS

3.5.3.1. FICHA DE PROCESO

La ficha de proceso fue utilizada para lograr una esquematización correcta de las actividades a las que se deben acudir y cumplir dentro de la elaboración de un bien o un servicio. Este permitió constatar e identificar las actividades, tareas, minutos, objetivos del proceso, entre otros. Todo ello con la finalidad de proporcionar un entendimiento claro del proceso, es decir, información organizada. (Anexo 1).

3.5.3.2. CHECKLIST

Para obtener un diagnóstico en el procedimiento de Eco-bloques dentro de la planta de reciclaje, se formuló una lista de chequeo donde se detallan las especificaciones dispuestas por las normas establecidas por el Servicio Ecuatoriano de Normalización. Lo mencionado se encuentra estructurado por disposición de entidades internacionales dedicada al control de calidad del producto. Ante esto se presenta en el (Anexo 2), la estructura de la herramienta mencionada, ésta desde un inicio pretende identificar cuáles de las normativas que se cumplen o incumplen.

3.5.3.3. MATRIZ DE LEOPOLD

La matriz de Leopold desde un inicio ha sido utilizada para medir los impactos ambientales asociados a proyectos dedicados a la minería, sin embargo en la actualidad es utilizada para diversos tipos de investigaciones, siendo una de ellas las dedicadas a construcción de obras o bienes destinados para la misma. Por tal razón se consideró que el presente método fuese de vital importancia dentro del desarrollo de la indagación, ya que como esta se encuentra basada en una matriz cuyo objeto es el de establecer las relaciones de causa-efecto, se estudiaría las características particulares del Eco-bloque y el grado del impacto ambiental que tendría el bien producido.

3.6. MANEJO DE LA INFORMACIÓN

3.6.1. ETAPA 1: DETERMINAR LAS POSIBLES COMBINACIONES DE LA CASCARILLA DE ARROZ Y PLÁSTICO PET EN LA FABRICACION DEL ECO-BLOQUE

Para el cumplimiento de la presente etapa se llevó a efecto una secuencia de actividades las cuales se describen a continuación:

- La observación previa de los equipos y/o herramientas que posee la planta de reciclaje de la carrera de Medio Ambiente, para de esta manera establecer los recursos con los que se cuenta y los que se requiere para la elaboración del Eco-bloque.
- Entrevista a los productores de los desechos como la cascarilla de arroz y plástico PET, para conocer el volumen que se genera, y las características que tienen los elementos mencionados.
- Recolección de información bibliográfica sobre las propiedades, manejo, utilización y grado de afectación al ambiente que genera la cascarilla de arroz y plástico PET.
- Entrevista a los productores de bloques tradicionales y/o artesanales, para conocer el manejo de los equipos, recursos y demás elementos que intervienen en el proceso, todo ello para conocer el procedimiento a seguir para la fabricación del bien mencionado.
- Utilización de una ficha de proceso para constatar las actividades a las que se deben recurrir para la elaboración del Eco-bloque, todo ello para una estructurar el diagrama de flujo de procesos estandarizado.
- Reproducir tres lotes de producción cuya diferencia constaría del tipo de composición del arquetipo de Eco-bloque. Para esto se estima que se elaboraran 40 unidades por lote a las cuales se les efectuarán las respectivas pruebas que se describen en la segunda etapa. Así mismo, acorde a lo expuesto por la norma INEN 638 la composición del material sólido del bien a producir sería de un 75% del volumen total del elemento como mínimo.

- Seguido de ello preparar varias muestras de Eco-bloque para que estas sean posteriormente evaluadas.

3.6.2. ETAPA 2: ESTABLECER A TRAVÉS DE PRUEBAS MECÁNICAS, ACÚSTICAS Y TÉRMICAS LA CALIDAD DEL ECO-BLOQUE

Es imprescindible la identificación de las características más importantes que componen el eco-bloque, por esta razón se describen lo siguiente:

- Para la selección del muestreo se toma a especímenes enteros de Eco-bloques, estos deberán tener forma y dimensiones similares, y ser representativos de cada lote de producción (40 unidades por cada réplica de composición) del cual han sido seleccionados. De ello se toma un conjunto de 6 unidades enteras por lote de producción, respectivamente rotuladas (no más del 5% de la superficie).
- Acorde a lo expuesto en la norma INEN 639:2012 se debe realizar las siguientes pruebas mecánicas: resistencia a compresión, adsorción de agua. Para la prueba de resistencia a compresión se ensaya tres unidades de especímenes libres de humedad, estos se almacenan sin apilarlos y al aire, durante un lapso de 24 horas, donde es de vital importancia la utilización de un ventilador eléctrico que genere una corriente de aire que pase por ellos. Así de igual manera constatar que fluya una temperatura de $24^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa no inferior al 0,2%. Luego deberán ser limpiados con un cepillo de alambre para eliminar el material suelto.
- La normativa INEN 643 expresa que para la resistencia a la compresión en bloques huecos soportantes y no soportantes, deberán contar con las siguientes especificaciones:

Cuadro 3.1 Resistencia a la compresión, en bloques no soportantes

Descripción	Resistencia a la compresión (Mpa)*
Promedio de 3 bloques	4,00
Bloque individual	3,5
*1 Mpa = 10,2 Kg/Cm ²	

Fuente: (INEN 643, 2014)

Cuadro 3.2 Resistencia a la compresión, en bloques soportantes

Descripción	Resistencia a la compresión (Mpa)*
Promedio de 3 bloques	6,00
Bloque individual	5,00
*1 Mpa = 10,2 Kg/Cm ²	

Fuente: (INEN 643, 2014)

- Para las pruebas de adsorción de agua se utilizaron tres especímenes, los cuales deberán ser pesados en una balanza cuya exactitud sea del 0,5%. Así mismo, el procedimiento de saturación consta en sumergir el espécimen en agua a una temperatura entre 16°C y 27°C durante un lapso de 24h a 28h. De igual manera para el secado se someterán a un horno ventilado entre 100°C y 115°C durante 24 h. Por ultimo para calcular la adsorción se deberá desarrollar la siguiente fórmula:

$$\text{Absorción \%} = \frac{A - B}{B} \times 100$$

Donde:

A = masa en húmedo del espécimen (Kg)

B = masa en seco del espécimen (Kg)

- Al desarrollar la prueba térmica se considera factores como el grado de calor, por tal razón la metodología experimental consta en colocar una pared de Eco-bloques dentro de una cámara térmica que permita aislar la temperatura, las dimensiones de la misma será de 4m de largo, 1m de ancho y 1m de alto. En la parte media de la cámara va una pared de Eco-bloque cuyas medidas serían de 1m de ancho y 1m de alto, para lograr establecer la frontera isotérmica fría y caliente. En la parte isotérmica caliente se utiliza una lámpara con fuente de gas, la cual es regulada para ir incrementando los niveles de calor. Para ello se recurre a la utilización de un medidor de temperatura para medir el grado de elevación, absorción y transmisión de calor, lo cual se monitorea en un promedio de tiempo de 1 hora, en un lapso de 24 horas. Las paredes de

la cámara son de yeso, cuyo espesor es de 12,5 mm logrando contener el calor dentro de la cámara térmica.

- Para la realización de la prueba acústica se toma en cuenta la misma estructura del ensayo anterior, ya que el material utilizado para las paredes (pared de yeso de 12,5mm) permite la obtención de datos más contundentes y con la ayuda de una capa de material aislante (cubetas de cartón) se lograría ondas de sonido amortiguadas. Se proyectó que la cámara de (4m de largo, 1m de ancho y 1m de alto) sería cubierta de una capa aislante en sus tres paredes y en una cuarta pared iría la de Eco-bloque, vale recalcar que dentro de ello se ubica una aspiradora, que de acuerdo a lo citado por la FAUD (2014) genera 70 dB, provocando de esta manera una adsorción acústica. Tomando como referencia a Echeverri y González (2011) quienes presentan una investigación sobre la medición de ruido generado por fuente fija, se considera tomar como modelo el procedimiento para la medición de ruido, este propone que a una distancia de 1.5 m de largo y 1.2 m de alto de la pared de Eco-bloque se debe de ubicar el sonómetro en un trípode el cual se encargaría de medir la aislación acústica. Para la distribución de las mediciones se consideró un intervalo unitario de 1 hora, dentro de este intervalo se toman tres medidas de 15 minutos donde la fuente fija se encuentra en funcionamiento, y para constatar la medición del ambiente habrá un intervalo de 5 minutos para que la fuente este apagada. Para finalizar se agrega que de acuerdo a lo que establece el Tulsma en su Libro VI - Anexo 5 sobre los límites permisible de una fuente fija para la medición de ruido, en el área rural no deberá superar el nivel de ruido en 10 dB.
- Consiguientemente se representan las alternativas analizadas en gráficos estadísticos, para de esta manera comprender de una forma más dinámica el grado más óptimo y viable sobre la composición del Eco-bloque.

3.6.3. ETAPA 3: ESTIMAR EL IMPACTO AMBIENTAL Y EL COSTO DE FABRICACIÓN DEL ECO-BLOQUE EN COMPARACIÓN CON EL BLOQUE TRADICIONAL

Para el cumplimiento de la presente etapa, se recurrió a:

- Definir la estructura o composición del arquetipo más viable de Eco-bloque, el cual debe de cumplir con los requisitos de bienes de construcción dispuestos por la normativa INEN.
- Aplicación de la matriz de Leopold, la cual permite evaluar las causas y efectos de las características del Eco-bloque, para así establecer el grado o impacto ambiental, viable y sostenible, del mismo.
- Luego realizar un análisis comparativo entre el bloque tradicional y el Eco-bloque propuesto, todo ello a través de un checklist para determinar los cumplimientos e incumplimientos de las características dispuestas en la normativa ecuatoriana, en aspectos de calidad, estructura, etc.
- Se determina un análisis económico comprendido en cada uno de los factores que permiten establecer el costo unitario del bien a producir, considerando relevante, la identificación de los rubros que intervienen en la fabricación del Eco-bloque como cantidad de materia prima, equipos, talento humano, etc.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se detallan las etapas consideradas en el apartado 3.7 del presente documento, detallando lo siguiente:

4.1 PRIMERA ETAPA: DETERMINACIÓN DE LAS POSIBLES COMBINACIONES DE LA CASCARILLA DE ARROZ Y PLÁSTICO PET EN LA FABRICACION DEL ECO-BLOQUE

Para el desenlace de la investigación se procedió al cumplimiento de cierta cantidad de actividades que permitieran obtener información pertinente. Por tal razón se estableció efectuar una observación previa de los equipos con los que cuenta la planta de reciclaje de la Carrera de Medio ambiente, no obstante se observó que esta no cuenta con todos los equipamientos necesarios para el fin requerido, ya que sólo se pudo utilizar el molino de martillo para triturar la cascarilla, por tal razón se optó por considerar como modelo a las Bloqueras que fueron entrevistadas, para de esta forma llegar a describir las herramientas, equipos y medios de trabajo que se necesitan para llevar a cabo la elaboración de Eco-bloques.

Para conocer lo obtenido dentro de las entrevistas realizadas a los productores de bloques tradicionales, y a su vez de los productores de desechos como la cascarilla de arroz y plástico PET, se presenta a continuación de manera extracta los datos obtenidos de la misma:

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las entrevistas aplicadas a las piladoras, bloquera y recicladoras.

Cuadro 4.1 Entrevista realizada a piladoras

PREGUNTAS	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)
PILADORAS								
1.	Diario 30 a 24 sacos, Semanal 200 sacos, Mensual 800 sacos, en época de cosecha	Buen secado	Polvillo, piquillo y cascarilla	En 10 quintales de arroz se obtiene 1 quintal de piquillo y de polvillo se obtiene 1 quintal con 20 lb.	Mensual se obtiene 300 quintales dependiendo del pilado.	Fabricación de ladrillo y para las granjas avícolas.	\$ 15 dólares el camión de 4.5 toneladas.	No.
2.	Diario 30 sacos, Semanal 200 180sacos, Mensual 720 sacos, en época de cosecha	Buen secado (en promedio de 9 de humedad)	Polvillo, piquillo y cascarilla	En un saco de arroz sale 15 lb de arrocillo y 10 lb de polvillo	1 camión de 5 toneladas semanal	Granjas avícolas y para la fabricación de ladrillo	\$ 30 dólares el camión de 6 toneladas	No
3.	De 1000 a 1200 sacos semanales	Buen secado	Arrocillo, polvillo y cascara	En un saco de arroz sale 15 lb de arrocillo y 10 lb de polvillo	Diaria dos camiones de 4.5 toneladas	Granjas avícolas y para la fabricación de ladrillo	\$ 30 dólares el camión de 6 toneladas	No
4.	120 sacos diarios ya que la piladora no tiene mucha capacidad para el pilado	Buen secado	Arrocillo, polvillo y cascara	En un saco de arroz sale 15 lb de arrocillo y 10 lb de polvillo	150 sacas por día	Granjas avícolas y para la fabricación de ladrillo	\$ 40 dólares el camión y a 0,40 ctvs. la saca	No
5.	200 sacos por semana y 100 sacos días por medio	Buen secado	Arrocillo, polvillo y cascara	En un saco de arroz sale 15 lb de arrocillo y 10 lb de polvillo	1 camión de 5 toneladas por semana	Granjas avícolas y para la fabricación de ladrillo	\$ 0.15 a \$ 0.20 la sacas	No
6.	Dependiendo de la cosecha un promedio de 200 sacos semanales.	Buen secado	Polvillo, arrocillo y cascarilla	Piquillo el 10%, el polvillo el 20% y de la cascarilla el 5% de un quintal de arroz con cascara.	No tienen datos	Granjas avícolas y para la fabricación de ladrillo	\$ 0.50 la sacas	No
7.	Dependiendo de la cosecha un promedio de 150 sacos diarios	Buen secado	Polvillo, arrocillo y cascarilla	En un saco de arroz sale 15 lb de arrocillo y 10 lb de polvillo	200 sacos diarios	Granjas avícolas y para la fabricación de ladrillo	200 sacas de cascarilla en un valor de \$25 dólares mínimo	No
8.	De 8 a 10 quintales por hora con un promedio 2000 quintales por temporadas en 4 meses	Buen secado	Polvillo, arrocillo y cascarilla	En un saco de arroz sale 15 lb de arrocillo y 10 lb de polvillo	50 sacas diarias	Granjas avícolas y para la fabricación de ladrillo	\$ 0,35 ctvs. La sacas y \$30 dólares el camión.	No

LEYENDA

PREGUNTAS:

- a) ¿Qué cantidad de arroz en cascara se receipta diaria, semanal o mensual en la piladoras?
Y ¿Cuál es la capacidad establecida para el pilado dentro de la planta diariamente?
- b) ¿Cuáles son las condiciones óptimas del arroz en cascara para su posterior pilado?
- c) Luego del procesamiento del pilado, se obtienen cierto derivados ¿Cuáles son?
- d) ¿Qué cantidad o porcentaje de polvillo, arrocillo, y otros, es obtenido dentro del procesamiento de pilado diariamente?
- e) ¿Cuál es la cantidad promedio que se obtiene de cascarilla de arroz en el procedimiento de pilado diario, semanal, o mensual?
- f) ¿Cuál es el destino de la cascarilla de arroz?
- g) En caso de ser vendido la cascarilla de arroz ¿Cuál sería su precio de venta?
- h) Se ha presentado en alguna ocasión donde las cascarilla de arroz haya sido destinada para elaboración de productos o materiales de construcción?

NOMBRE DE PILADORAS

- 1.- San Antonio
- 2.- Cristo Rey
- 3.- Mis querido Viejos
- 4.- La casa de Fernando
- 5.- Pancho Dimas
- 6.- Loor Vera
- 7.- Mendoza
- 8.- Santa Mónica

ANÁLISIS

Como se puede observar en el cuadro 4.1 dentro de las Piladoras de arroz, se genera un promedio de 200 sacos semanal, el cual antes de ser manipulado deberá poseer características adecuadas de un buen secado. Al efectuar dicha actividad de pilado, se produce cierta cantidad de residuos donde según los propietarios resultan aproximadamente un 20% de polvillo, 10% piquillo y un 5% de cascarilla en un cálculo de un quintal de arroz en cascara. A ello se agrega, que dependiendo de la cantidad de pilado mensual, existe un promedio de 150 a 300 quintales de obtención de cascarilla, la cual es vendida a granjas avícola o para la fabricación de ladrillos. No obstante, no se encontró que se genere una reutilización de dicho desecho de forma amigable con el ambiente, por tal razón la propuesta de fabricar Eco-bloques con el mencionado material, resulta como un medio sustentable.

Cuadro 4.2. Entrevista realizada a recicladora

PREGUNTAS RECICLADORA	a)	b)	c)	d)	e)	f)
1.	Plástico PET, Cartón, hierro. No se clasifican	Diario 80 kilos; Semanal 600 kilos ; Mensual 2000 kilos, aproximado	Van directo a la fábrica de Manta	No posee	A \$ 0,55 ctvs. El kilo	No
2.	Plásticos PET, Cartón, Latas	Diario 90 kilos, Semanal 1000 kilos, Mensual 3500 kilos, aproximadamente.	Fabrica procesadora de reciclaje Manta y Guayaquil	No posee	A \$ 0,65 ctvs. El kilo	No
3.	Plásticos PET y Cartón se lo clasifican por desecho	10 a 15 toneladas anualmente	Fábrica de reciclaje Manta y Guayaquil	No posee	A \$ 0,62 ctvs. El kilo	No
4.	Plástico PET se lo clasifican por colores.	Diario 70 kilos, semanal 500 kilos, mensual 2000 kilos aproximado	Fábrica de reciclaje Manta y Guayaquil	No posee	A \$ 0,63 ctvs. El kilo	No
5.	Plásticos PET y Cartón se lo clasifican por desecho	Diario 1000 kilos, semanal 4000 kilos, mensual 16000 kilos aproximado	Fábrica de reciclaje Manta y Quito	No posee	A \$ 0,62 ctvs. El kilo	No
6.	Plásticos PET, Ferroso por clasificación	12 a 15 toneladas semanales	Fabrica procesadora de reciclaje Guayaquil	No posee	A \$ 670 dólares la toneladas	No
7.	Plástico PET lo clasifican por colores	Diario 80 kilos, semanal 600 kilos, mensual 2000 kilos aproximado	Vía Manta empacadora y fabrica a Guayaquil	No posee	A \$ 0,62 ctvs. El kilo	No
8.	Plástico PET, Cartón, no se clasifican	Diario 70 kilos, semanal 500 kilos, mensual 2000 kilos aproximado	Fábrica de reciclaje Manta y Guayaquil	No posee	A \$ 0,65 ctvs. El kilo	No

LEYENDA:**PREGUNTAS**

- ¿Cuáles son los materiales de reciclajes que en mayor número se reciben en el establecimiento, y como los clasifican?
- Cuál es el promedio de botellas plásticas que son recibidas en el establecimiento, y si es posible de conocer el valor diarios, semanales y mensuales
- Luego del proceso de selección y de clasificación de material de reciclaje, ¿hacia dónde van dirigido?
- ¿Poseen las instalaciones y maquinarias para realizar los procesos de triturado y prensado del material plástico para reducir su volumen?
- En caso de ser vendido el plástico ¿Cuál sería su precio de venta?
- En alguna ocasión en base a su experiencia como vendedor de plástico PET reciclado, ¿Ha sido adquirido dicho material por terceros, para la fabricación de materiales de construcción?

RECICLADORAS-PROPIETARIOS

- Jorge Guerrero
- Gustavo Loor
- Marcos Mendoza
- Pablo Jurado
- Rogelio Bravo
- Rodolfo Pin Vera
- Paco Choez
- Gustavo Montesdeoca

ANÁLISIS

Ante el requerimiento de información sobre el manejo y recaudación del plástico PET y para fines de la presente indagación, se determinó una secuencia de preguntas la cual es presentada en el cuadro 4.2. En ésta, se muestra los datos obtenidos de las empresas dedicadas al reciclaje y elementos afines. Para ello se determina, según lo indicado por personal inmerso en dicha actividad, que los elementos con mayor recurrencia son el plástico PET, cartón, hierro, latas, entre otros. Estos en varias recicladoras son clasificados, sin embargo el PET es el que mayor cantidad de recolección genera, por lo que según lo investigado se obtiene un promedio de 2000 kilos mensualmente, los cuales son almacenados en la central de reciclaje en la Ciudad de Manta, para posteriormente ser enviada a las empresas de Guayaquil para su posterior tratado. No obstante, se conoció que en el medio local, no se ha generado un aprovechamiento de dicho material como medio para la elaboración de productos, lo que permite indicar que para fines investigativos, se cuenta con un abastecimiento adecuado del PET en condiciones físicas trituradas o tipo polvo.

Cuadro. 4.3. Resultados Entrevistas en Bloquera

	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)	j)	k)	l)	m)
1.	Shasky, cemento, arena y agua.	Máquina de hacer bloque, batidora, palas y carreta.	4 personas.	1 saco de cemento, 5 carretillas de shasky, 2 carretillas de arena y agua.	1 semana	Sobre la tierra	No	No	Si	No sabe el precio de producción	7cm= \$0,32 ctvs. 10cm= \$0,35 ctvs. 15cm= \$ 0,42 ctvs.	Bajo el grado de contaminación	1500 diarios
2.	Shasky, cemento, arena y agua.	Máquina de hacer bloque, batidora, palas y carreta.	4 a 6 personas.	1 saco de cemento, 6 carretilla de shasky, 1 carretilla de arena y agua	4 días con sol intenso y 5 a 6 días con menor intensidad de sol.	Sobre la tierra	No	No	Si	No sabe el precio de producción	7cm= \$0,35 ctvs. 10cm= \$0,45 ctvs. 15cm= \$ 0,44 ctvs. 20cm= \$ 0,55 ctvs.	Bajo el grado de contaminación	1500 diarios
3.	Shasky, cemento, arena y agua.	Máquina de hacer bloque, batidora, palas y carreta.	3 a 4 personas	1 saco de cemento, 6 carretilla de shasky, 1 carretilla de arena y agua	7 días	Sobre el suelo	No	No	Si	No sabe el precio de producción	7cm= \$0,35 ctvs. 10cm= \$0,45 ctvs. 15cm= \$ 0,44 ctvs. 20cm= \$ 0,55 ctvs.	Bajo el grado de contaminación	1000 diarios
4.	Shasky, cemento, arena y agua.	Máquina de hacer bloque, batidora, palas y carreta.	5 a 4 personas	1 saco de cemento, 6 carretilla de shasky, 1 carretilla de arena y agua	8 días	Sobre el suelo	No	Shasky fino negro	Si	No sabe el precio de producción	7cm= \$0,32 ctvs. 10cm= \$0,35 ctvs. 15cm= \$ 0,42 ctvs.	medio grado de contaminación	8000 a 10000 bloques semanales.
5.	Shasky, cemento, arena y agua.	Máquina de hacer bloque, batidora, palas y carreta.	5 a 4 personas	1 saco de cemento, 6 carretilla de shasky, 1 carretilla de arena y agua	7 días	Sobre el suelo	No	Shasky negro fino	Si	No sabe el precio de producción	7cm= \$0,32 ctvs. 10cm= \$0,33 ctvs. 15cm= \$ 0,43 ctvs.	Bajo el grado de contaminación	6000 a 8000 semanales.
6.	Shasky, cemento, arena y agua.	Máquina de hacer bloque, batidora, palas y carreta.	4 personas	1 saco de cemento, 6 carretilla de shasky, 1 carretilla de arena y agua	1 semana	Sobre el suelo	No	No	Si	No sabe el precio de producción	7cm= \$0,32 ctvs. 10cm= \$0,33 ctvs. 15cm= \$ 0,43 ctvs.	Bajo el grado de contaminación	1000 diarios
7.	Shasky,	Máquina de	3 a 4	1 saco de cemento,	5 a 6 días	Sobre el	No	No	Si	No sabe	7cm= \$0,32 ctvs.	Bajo el	1200 diarios

	cemento, arena y agua.	hacer bloque, batidora, palas y carreta.	personas	6 carretilla de shasky, 1 carretilla de arena y agua		suelo				el precio de producción	10cm= \$0,33 ctvs. 15cm= \$ 0,43 ctvs.	grado de contaminación	
8.	Shasky, cemento, arena y agua.	Máquina de hacer bloque, batidora, palas y carreta.	3 a 5 personas	1 saco de cemento, 6 carretilla de shasky, 1 carretilla de arena y agua	6 días	Sobre el suelo	No	Si	Si	No sabe el precio de producción	7cm= \$0,32 ctvs. 10cm= \$0,33 ctvs. 15cm= \$ 0,43 ctvs.	Bajo el grado de contaminación	1000 diarios

LEYENDA:

PREGUNTAS

- ¿Qué tipo de materiales de construcción utiliza la bloquera?
- Que instrumento y herramienta se utilizan para fabricar bloques.
- Cuál es la cantidad exacta del personal que se requiere la elaboración de los bloques.
- Cuál es el proceso de fabricación de bloques.
- Que tiempo dura el secado del bloque.
- En qué lugar ubica los bloques luego de su elaboración y que condiciones debe de cumplir.
- Toman una muestra del producto para realizarle pruebas mecánicas (Absorción, compresión) y pruebas acústicas y térmicas.
- En caso de no realizarle las pruebas existen un método artesanal que brinde fiabilidad del producto ¿Cuál?
- Cumple con las normativas INEN
- Cuál es el costo de producción por unidad
- Cuál es el costo de venta en el mercado
- De acuerdo a su experiencia dentro de la elaboración de bloque ¿Qué nivel de contaminación estima en el proceso de elaboración de bloques, en un rango, bajo, medio o alto?
- ¿Qué cantidad de bloque elaboran diaria, semanal y mensualmente?

NOMBRE DE LA BLOQUERA

- San Marco
- El Retilista
- Rocafuerte
- Castro
- Bloques Leos
- Bendición de Dios
- Bloques y Adoquines
- Cafar

ANÁLISIS

Se efectuó una entrevista a los propietarios de las Bloqueras para conocer más a fondo como desarrollan sus actividades. Así mismo se logró obtener que como materia prima para producir bloques se requiere de Shasky, cementos, arena y agua. De igual manera los materiales pueden variar según las exigencias o políticas de cada microempresa, y de igual manera de la variación de la combinación o la formulación de las mezclas. Como equipos se destacan la maquina bloquera y la batidora, igualmente de herramientas como palas, carretas, entre otros. Según los productores y acorde a las investigaciones realizadas el proceso de secado de los bloques tarda entre 4 a 7 días, y el grado de contaminación dentro de su proceso no es elevado. También se conoció que los productores no poseen conocimientos de la forma como calcular el precio de producción, ya que los precios los establecen según el mercado, los cuales oscilan entre bloques de 10cm= \$0,33 ctvs. 15cm= \$ 0,43 ctvs. De igual manera obtuvo, que no se realizan las pruebas determinadas por los entes reguladores de calidad como el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), como pruebas mecánicas, térmicas y acústicas.

Ante lo mostrado y por lo descrito a inicio del presente documento, se muestra a continuación los medios o equipos de trabajo que se necesitarían como requerimiento básico para la elaboración de los Eco-bloques, así como de la materia prima requerida.

Cuadro. 4.4 Medios o herramientas de Trabajo

Medios de trabajo	
- Mescladora	- Carretilla
- Vibradora o máquina de bloque	- Tablero de madera
- Pala	- Carreta de Mano

Así de igual manera se puntualizan los elementos considerados como materia prima para la fabricación de Eco-bloques, siendo los siguientes:

Cuadro. 4.5 Materia prima

Materia Prima	
- Cascarilla de arroz	- Agua
- PET	- Cemento

Una vez conocido los requerimientos básicos para la elaboración de Eco-bloques fue necesario detallar las actividades a las cuales se debe recurrir para la fabricación del mismo, por tal razón se elaboró una ficha de proceso que permita identificar actividades, tareas y procesos (Ver Anexo 1). Esto permitió obtener las siguientes características:

Cuadro 4.6 Descripción del proceso

PROCESO	DESCRIPCIÓN
RECEPCIÓN	Se preparan las herramientas para el procesamiento, y seguido de ello se receipta la materia prima. Todo ello es trasladado al área donde se va a producir el Eco-bloque.
ÁREA DE PROCESO	Una vez que los materiales, sean transportados a la máquina mezcladora, se asegura que estos logren una buena uniformidad entre los materiales. Luego de verificar, se agrega agua de forma lenta según la mezcla lo requiera, este no debe de presentar características donde la mezcla sea aguada, sino que tenga una consistencia óptima. Luego se retira la mezcla en un balde para ser transportado a la maquina bloquera o vibradora, en la que aproximadamente se crean unos 7 bloques por parada. Seguido de ello se lo transporta a una pista que asegure su correcto secado.
ÁREA DE SECADO	Debe de ser un ambiente libre de arbustos para poder obtener un óptimo secado de los bloques. Se estima que el tiempo de secado sea como mínimo de 7 días.

Una vez identificado las actividades y para generar un visualización dinámica del proceso, se optó por generar un diagrama de flujo que permita un mayor entendimiento del proceso, el cual se presenta en la figura 4.1

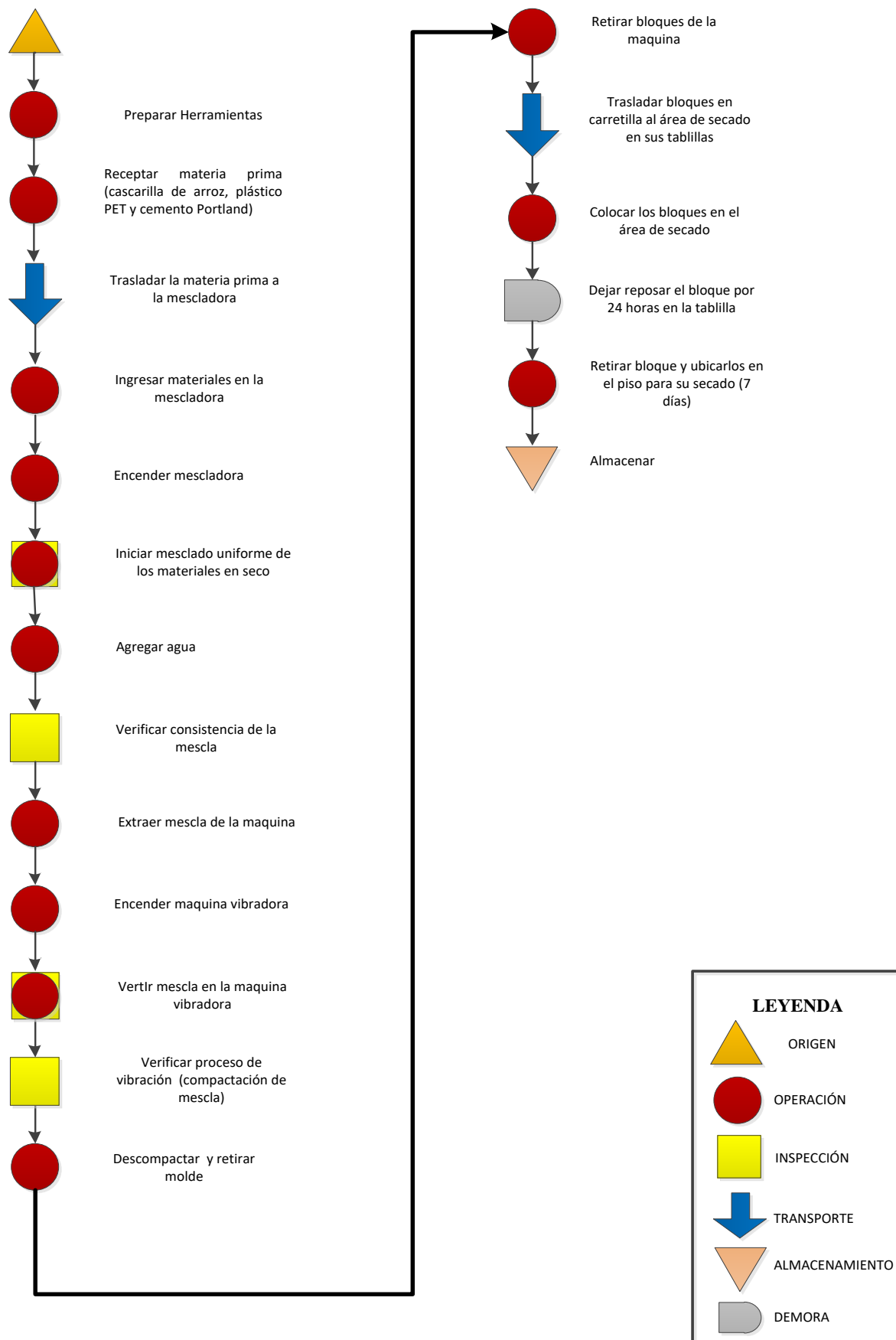


Figura 4.1 Diagrama de flujo – Eco-bloque

Para profundizar la investigación y presentar un bien que posea características amigables con el ambiente, se generaron pruebas piloto que permitieran conocer la mejor combinación de los materiales (cascarilla, PET, agua y cemento), obteniendo lo siguiente:

Cuadro 4.7 Composiciones de primeras pruebas fallidas

PRUEBAS PILOTO	COMPOSICIÓN			
	AGUA	CEMENTO	CASCARILLA	PET
MUESTRA 1	0,45 kg	0.90 kg	2.27 kg	2.27 kg
MUESTRA 2	0.70 kg	0.90 kg	4,57 kg	2,27 kg
MUESTRA 3	0.40 kg	0.90 kg	2.27 kg	4,57 kg



Foto 4.1 Muestras de Eco-bloques fallidos

Se puede acotar, que las primeras combinaciones resultantes descritas en el cuadro 4.7 y visualizada en la Foto 4.1 no obtuvieron una compactación esperada por lo que las características presentadas en los Eco-bloques estaban relacionadas a poca resistencia y difícil adsorción de los materiales principales, ya que se utilizó como primer instancia la cascarilla normal, es decir sin triturar provocando excesiva porosidad. No obstante, luego de haber realizado un estudio minucioso de las combinaciones y de haber realizado varias pruebas piloto, se logró determinar combinaciones aptas para el desarrollo y avance de la investigación las cuales se muestran en la siguiente fase. Una vez logrado lo indicado, se seleccionaron muestras que posteriormente serian llevadas a evaluar para de esta forma cumplir con los parámetros permisibles de calidad determinados por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) para la elaboración de bienes destinados a la construcción.

4.2 SEGUNDA FASE: DE PRUEBAS MECÁNICAS, ACÚSTICAS Y TÉRMICAS DEL ECO-BLOQUE

Para el cumplimiento de la segunda fase, fue imprescindible la identificación de los mejores arquetipos, para seguido de ello proceder a la realización de las pruebas mecánicas, acústicas y térmicas. Por tal razón se muestra a continuación los resultados de las mejores composiciones de las muestras de Eco-bloques:

Cuadro 4.8. Resultado de factores de tratamiento

		FACTORES DE TRAMIENTO EN KG									
ECO-BLOQUE	MUESTRA	CASCARILLA DE ARROZ		PLÁSTICO PET		CEMENTO		AGUA		TOTAL DE COMPOSICIÓN	
		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
		I	25,54	17,85%	25,54	17,85%	35,45	24,77%	56,59	39,54%	143,12
II	17,91	13,08%	35,87	26,19%	35,45	25,89%	47,72	34,84%	136,95	100%	
III	31,78	23,80%	22,65	16,97%	35,45	26,55%	43,63	32,68%	133,51	100%	
BLOQUE TRADICIONAL		FACTORES DE TRAMIENTO EN KG									
		POLVO DE PIEDA		POLVO BLANCO		CEMENTO		AGUA		TOTAL DE COMPOSICIÓN	
		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
		76,26	39,14%	76,26	39,14%	22,72	11,66%	19,62	10,07%	194,86	100%

4.2.1 PRUEBAS MECÁNICAS

➤ COMPRESIÓN

Para la realización de la prueba mecánica de compresión fue necesario limpiar y recubrir con una capa de cemento a los Eco-bloques, permitiendo así que estos al momento que sean ingresados a la máquina puedan ser evaluados uniformemente, es decir, que al tener una superficie estable y sin porosidad permite obtener un resultado más preciso.

Cuadro 4.9 Resultados obtenidos en la compresión

Muestra	Presión (KN)	Presión (Mpa)
Muestra # 1	6	1,08
Muestra # 2	14,3	2,58
Muestra # 3	10,3	1,86
Tradicional	22,3	4,08

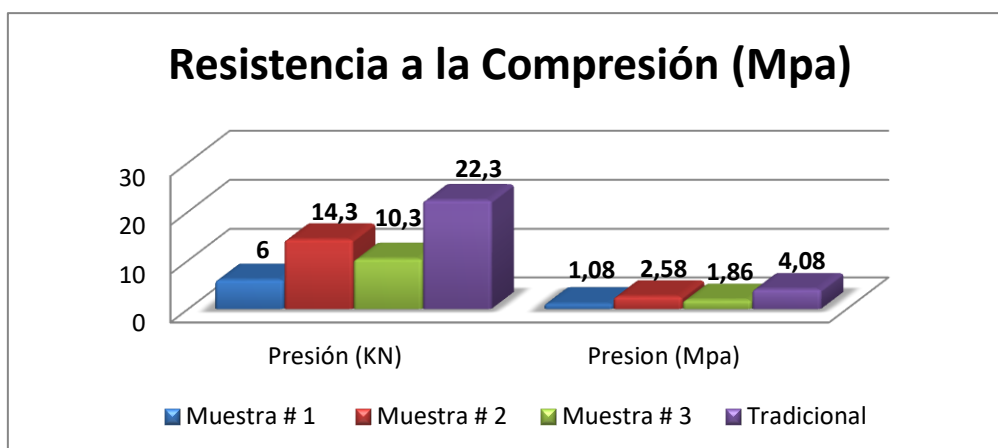


Gráfico 4.1. Resistencia a la compresión en Mpa

ANÁLISIS

De acuerdo a lo que se detalló en el cuadro 3.1 en cuanto a las características dispuestas para la resistencia de compresión en la INEN 634 (2014), se determinó que los Eco-bloques pertenecen a la clasificación de Bloques “No Soportantes” debido a que estos no obtuvieron la compresión estimada de 3,5 Mpa (Megapascales) dispuestos en las medidas de bloques individuales por la normativa. Como se observa en el gráfico 4.1 la muestra más acercada es la de la muestra N°2 ya que tuvo una compresión de 2,58 Mpa en un período de 28 días de secado.

➤ ADSORCIÓN DE AGUA

Se realizaron para la determinación de la adsorción de agua, el muestreo de tres especímenes (muestra 1, 2, 3), permitiendo obtener un resultado más preciso.

Cuadro 4.10 Resultados obtenidos en la adsorción de la agua

Muestra	Peso Húmedo (kg)	Peso Seco (kg)	% Absorción de Agua
Muestra # 1	5,5	3,6	51
Muestra # 2	5,1	3,6	41
Muestra # 3	5,3	3,4	56
PROMEDIO			49

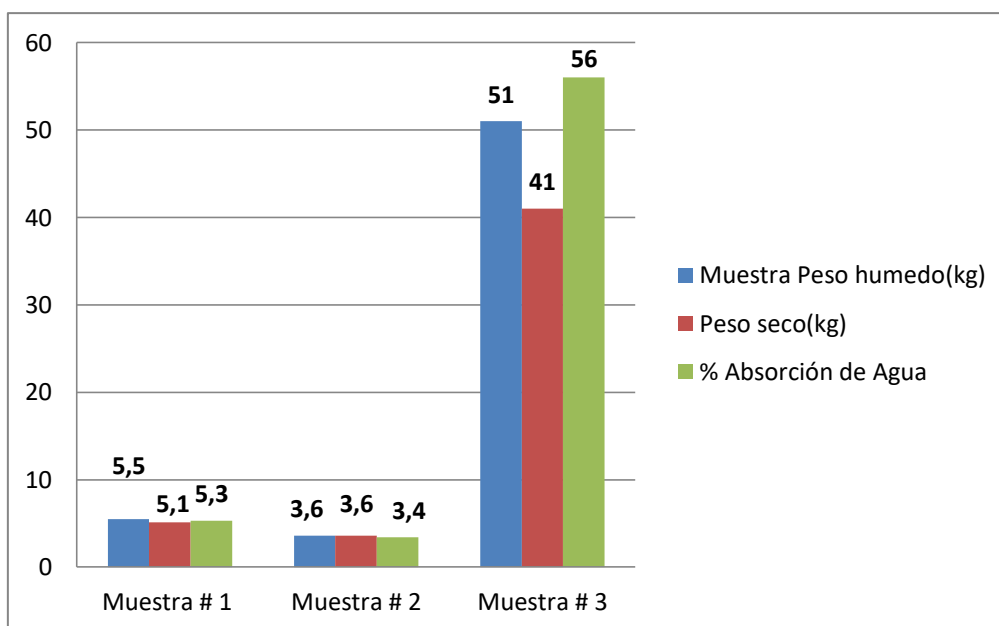


Gráfico 4.2. % Adsorción de Agua

ANÁLISIS

De acuerdo a lo que se detalla en el cuadro 4.2 con las pruebas que se realizaron en los laboratorios se determina que la muestra N°1 obtuvo 51% de adsorción, la muestra N°2 obtuvo 41% y la muestra N°3 obtuvo mayor absorción de agua de 56% en relación a las demás muestras de Eco-bloque

➤ PRUEBAS ACÚSTICAS

Para la realización del análisis de ruido fue necesaria la utilización de una aspiradora cuyos niveles oscilan a los 75.5 dBa. Cabe señalar que para la realización de la prueba fue indispensable estructurar una caja cuyas dimensiones (4m de largo, 1m de ancho y 1m de alto) permitieran obtener datos de la forma más veraz, para esto se ubicó una pared de los Eco-bloques que sirviera como división de la misma y así lograr el cumplimiento de la prueba, no obstante se refiere que una vez terminada la prueba la pared era reemplazada por otra con la segunda replica de Eco-bloque y así seguidamente. Para mayor entendimiento se puede visualizar en la foto 4.2 y 4.3 el resultado de la caja y la forma como se realizó la prueba.



Foto 4.2 Resultado de la caja para prueba acústica



Foto 4.2 Forma de realización de la prueba acústica a través de sonómetro

Una vez realizado los ensayos acústicos y sus respectivas anotaciones por cada muestra o réplica realizada de Eco-bloque, se procedió a la estructuración de lo siguiente:

Cuadro 4.10 Resultados obtenidos en las pruebas acústicas

MUESTRAS	Ruido de la Fuente dBa	Ruido Máximo dBa	Ruido Mínimo dBa
Muestra # 1	75,5	70,1	52,8
Muestra # 2	75,5	73,9	53,3
Muestra # 3	75,5	73,7	53,5
Tradicional	75,5	69,2	49,5

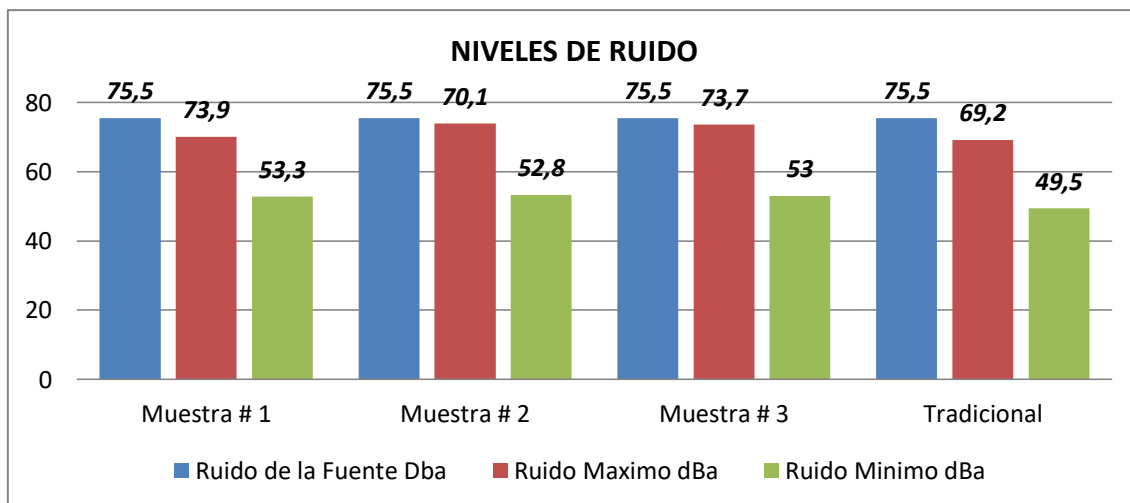


Gráfico 4.2. Niveles de Ruidos

ANÁLISIS

Para determinar el nivel de ruido ocasionado por una fuente puntual cuyo dBa oscila los 75.5 y una vez armada la pared de Eco-bloque por cada réplica se pudo identificar que el nivel de ruido de la muestra N°2 posee una característica singular, donde el nivel de ruido máximo en dBa es de 70,1 y el mínimo de 52,8 en dBa. Así mismo como se observa en el gráfico 4.2 el bloque tradicional obtiene un nivel máximo de dBa de 69,2 y un mínimo de 49,5 dBa. Esto permite estimar un acercamiento comparativo entre el Eco-bloque de la muestra 2 a la del bloque tradicional, debido a que su grado de compactación se asemeja a los bloques comunes que se encuentran en el mercado.

➤ PRUEBAS TÉRMICAS

Las pruebas térmicas fueron relevantes para ver el grado de adsorción de calor de los Eco-bloques, por tal razón se diseñó y desarrollo una caja térmica cuyas dimensiones (4m de largo, 1m de ancho y 1m de alto) permitieran realizar de forma más práctica los análisis respectivos. Para ello fue imprescindible la construcción de una pared de Eco-bloque que sirviera como divisor y aislante del calor, el cual se producía por efecto de una lámpara de calor a base de gas, en la cual se puede regular la temperatura. A continuación se presenta los datos obtenidos de la prueba térmica por cada una de las muestras:

Cuadro 4.11 Resultados obtenidos en las pruebas térmicas

Muestra	Temperatura Isotermica Fria Maxima (38°C)	Temperatura Isotermica Fria Minima (35°C)
Muestra # 1	33,4	28,3
Muestra # 2	29,8	22,5
Muestra # 3	32,5	28,4
Tradicional	31,4	25,8

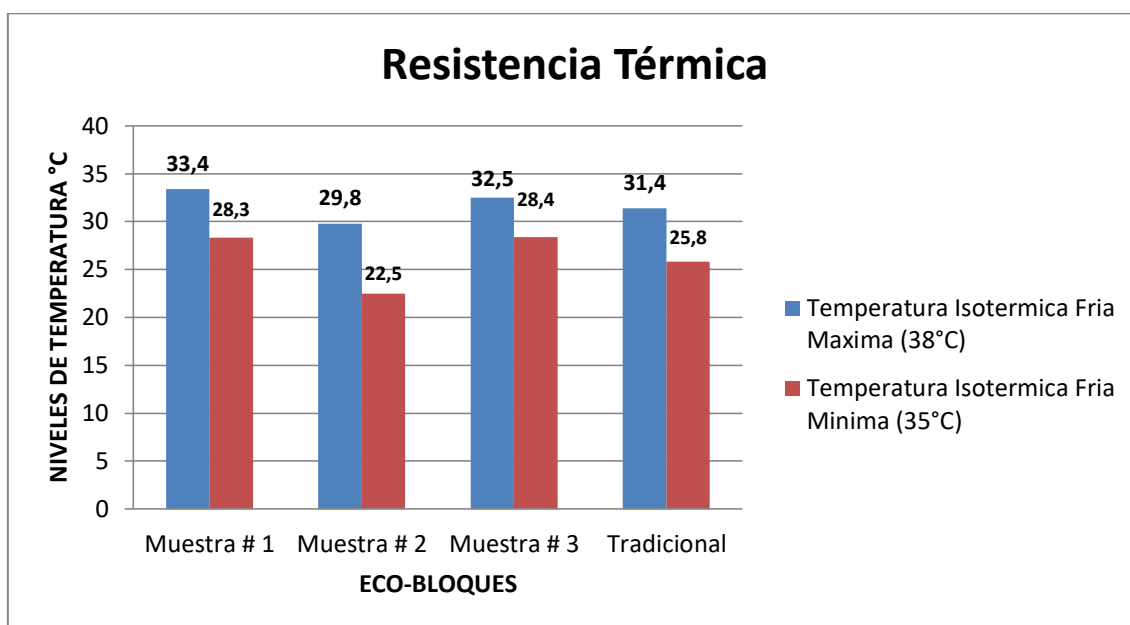


Gráfico 4.3. Resistencia Térmica

ANÁLISIS

En el gráfico 4.3 se presenta los niveles máximos y mínimos de calor en grados Celsius en las cámaras isotérmicas caliente y fría, lo cual permitió conocer la transferencia de calor entre las mencionadas. Esto dio a conocer que la muestra N° 2 obtuvo mejores niveles térmicos en relación a las demás muestras de Eco-bloque y la del bloque tradicional, por lo que según estudios experimentales arrojaron que la muestra N°2 obtuvo en la cámara fría un máximo de 29,8°C y un mínimo de 22,5°C; de igual manera en la cámara caliente, la misma muestra obtuvo 38°C como máximo y como mínimo 35°C en sus niveles térmicos.

4.3 TERCERA FASE: ESTIMACIÓN DEL EL IMPACTO AMBIENTAL Y EL COSTO DE FABRICACIÓN DEL ECO-BLOQUE EN COMPARACIÓN CON EL BLOQUE TRADICIONAL

4.3.1 MATRIZ DE LEOPOLD DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL QUE SE GENERA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE ELABORACIÓN DE ECO-BLOQUES.

Cuadro. 4.12. Resultados Matriz de Leopold

ACCIONES	FACTORES										AFECTACIÓN NEGATIVA	AFECTACIÓN POSITIVA	AGREGACIÓN DE IMPACTOS									
	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS					CONDICIONES BIOLÓGICAS		FACTORES SOCIO CULTURALES														
	TIERRA	AGUA		ARE		FLORA	FAUNA	CALIDAD DE VIDA														
SUELO	CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	EMISIÓN DE PARTICULAS	RUIDO	ÁRBOLES ARBUSTO	AVES O ANIMALES DOMÉSTICOS	FUENTES DE TRABAJO	ACCESIBILIDAD														
PROCESO PRODUCTIVO DE ECO-BLOQUES																						
Entrega de materia prima	0	0	0	-2	4	-2	2	0	0	0	9	5	-7	2	3	5	27					
Molido de plástico	-2	1	0	0	-6	4	-6	4	0	0	0	9	5	0	0	3	5	19				
Molido de Cascarilla de arroz	-2	1	0	0	-6	4	-6	4	0	0	0	9	5	0	0	3	5	19				
Preparación de la mezcla	0	0	-3	5	-2	5	-7	3	-7	3	0	0	0	9	5	0	0	4	6	9		
Elaboración de Eco-bloques	0	0	0	0	0	-6	2	-7	3	0	0	0	0	9	5	0	0	2	4	24		
Humedecimiento de Eco-bloques	-5	2	-7	5	-6	3	0	0	0	0	0	0	9	5	0	0	3	5	14			
Salida del producto	0	0	0	0	0	-1	3	0	0	0	0	0	9	5	-7	2	2	4	31			
AFECTACION NEGATIVA											3	2	2	6	5	0	0	0	2	COMPROBACION		
AFECTACION POSITIVA											0	0	0	0	0	0	0	7	0	27	143	
AGREGACION DE IMPACTOS											-4	-15	-10	-92	-94	0	0	270	-28	143		

ANÁLISIS

Se puede observar que la mayoría de impactos que se generan en este proceso productivo son de una intensidad y magnitud media es decir que no afectan de manera significativa al medio ambiente. De acuerdo con lo referente en la estimación del el impacto ambiental del eco-bloque en comparación con el bloque tradicional, los eco-bloques en su fabricación no supone un impacto ambiental tan grande como el de los tradicionales, teniendo en cuenta el tipo de materiales empleados como su proceso de fabricación y funcionalidad pueden determinar que los sean. Donde la función de su nivel de sostenibilidad brinda la misma o incluso una mayor resistencia que los ladrillos tradicionales. Promoviendo menor impacto ambiental puesto que evitamos un daño al entorno sin olvidar, cómo no, la preservación de los ecosistemas y biodiversidad que propicia la fabricación de muchos de ellos, al tiempo que se ahorra en materias primas que resultan contaminantes y una excelente capacidad aislante (frío, calor, ruido y humedad).

4.3.2 COSTO DE FABRICACIÓN DEL ECO-BLOQUE.

Para estimar el costo de fabricación de eco-bloque fue necesario conocer los precios de cada uno de los insumos, así mismo del lote de producción diaria y mensual de Eco-bloques según la fórmula establecida del mejor arquetipo compuesta por 1:3:1 (Cemento, Pet y Cascarilla) los cuales se muestran a continuación:

INSUMOS	COSTO UNITARIO POR INSUMO	COSTO TOTAL EN UNIDAD DE MEDIDA
CEMENTO (50kg)	\$ 8,00	\$ 0,16
PLÁSTICO PET	\$ 0,15	\$ 0,15
CASCARILLA	\$ 0,05	\$ 0,05

Cuadro 4.13 Costos de insumos

INSUMO	COSTO UNITARIO POR INSUMO	COSTO TOTAL EN UNIDAD DE MEDIDA
CEMENTO (50Kg)	\$ 8,00	\$ 0,16

PLÁSTICO PET	\$ 0,15	\$ 0,15
CASCARILLA	\$ 0,05	\$ 0,15

Cuadro 4.13 Costos de insumos

Lo indicado con lleva al cálculo respectivo del costo de producción, para ello se estiman cuentas como materia prima, mano de obra directa y materiales indirectos.

Cuadro 4.14 Costos de producción Eco-bloque

CÁLCULO PARA OBTENER UN PRODUCTO CON ASEGURAMIENTO DE CALIDAD			
CUENTAS	COSTO FIJO	COSTO VARIABLE	COSTO TOTAL
>COSTOS DIRECTOS			
MATERIA PRIMA	-	\$24,37	-
MANO DE OBRA DIRECTA	\$497,30	-	-
TOTAL COSTOS DIRECTOS			\$521,67
>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN			
MATERIALES INDIRECTOS	\$-	\$ 7,45	\$ 7,45
COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN			\$529,12
UNIDADES A PRODUCIR			1600
COSTO UNITARIO			\$0,33

Lo presentado en el cuadro 4.13 permite identificar el costo de producción, el cual una vez calculado los rubros respectivos dio como resultado un costo unitario por Eco-bloque de \$0,33. Donde al hacer una relación con el precio comercial (Precio Público) que mantienen los bloques tradicionales de \$0,45 accede a identificar un margen de rentabilidad o ganancia en dólares de \$0,12 centavos, es decir que si vendemos al mismo precio que el bloque tradicional estaríamos ganado dicho valor, lo que en porcentaje sería un 26,51% en relación al precio de mercado.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La existencia de diversas combinaciones coadyuvaron a la formulación más óptima de la muestra de Eco-bloque, donde los materiales como la cascarilla de arroz y plásticos PET tuvieron una importancia muy relevante, ya que ante la presencia y variabilidad de las mencionadas se pudo estimar el grado de compactación más viable.
- La realización de pruebas mecánicas determinaron que los Eco-bloques no se encuentran dentro de las clasificaciones de resistencia de compresión dispuestas en la norma INEN 634 (2014), ya que esta no llega a la cantidad estimada de 3,5 Mpa (Mega pascales), no obstante en la prueba acústica se observó que la muestra N°2 debido a la presencia de mayor plástico (lo que genera una porosidad cerrada) colaboró en que éste cumpla con los niveles permisibles de ruido. Así de igual forma se refiere que dicha muestra a su vez predominó en las pruebas de calor debido a su cantidad mínima de porosidad.
- El nivel de impacto ambiental al elaborarse los Eco-bloques logran una intensidad y magnitud media, lo que permite establecer una comparación significativa y positiva en relación al bloque tradicional. Todo esto debido al uso de componentes reutilizables que como resultado alcanzan un bien amigable con el ambiente. De igual manera contribuye al ahorro de materias primas que son fuente contaminante en niveles altos.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realización de investigaciones que incentiven a la colectividad a la reutilización de materiales para la elaboración de bienes, que sirvan como medio sustentable y sostenible para el ambiente. Por lo que se enfatiza que la composición de Eco-bloques queda a criterio libre de composición, es decir, de la utilización de otros materiales a más de los expuestos.
- Utilizar elementos que permitan que la composición de las muestras se acoplen adecuadamente, para de esta forma se logre que la porosidad de los mismos sea mínima. Ya que, a menor porosidad mejor rendimiento en las pruebas mecánicas. La utilización de elementos similares a la cascarilla de Arroz y PET colaboran con la disminución de calor, por lo que se recomienda utilizar elementos similares que sirvan como aislante térmico.
- Realizar análisis que permitan medir el nivel de impacto ambiental que se genera al desarrollar un bien de uso para áreas de construcción. En el caso de los bloques tradicionales realizar pruebas de contaminación para ver el nivel de impacto y así tomar medidas correctivas que minimicen daños ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

- Acero, H y Rodríguez, J. (2011). Reemplazar el uso del diesel por cascarilla de arroz empleado para generación de vapor, aspecto técnico y económico. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Tesis. Ingeniería Eléctrica. Ecuador, EC. p 28. (En línea). Consultado el 05 de noviembre del 2015. Formato PDF. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec>
- ANR (Agrupación Nacional de la Recuperación), 2013. Características de los plásticos PET. Recupera. Plástico PET a fibra textil pasando por las botellas. Revista del Gremi de Recuperación de Catalunya. Barcelona. p 6 – 10
- Arrieta, J y Peñaherrera, E. (2001). Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora. Programa Científico. Universidad Nacional de Ingeniería. Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres. Lima-Perú, PU. p 15.
- Borderías, M y Muguruza, C. 2014. Matriz de Leopold. Evaluación ambiental. Madrid. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Busto, F. 2016. Manual de Gestión y control ambiental. 5ta Edición Actualizado. p 317 – 318.
- Chávez, J. 2009. Elaboración de Proyectos en la Investigación. Para un tratamiento más extenso del Asunto. Costa Rica. Pág. 19-54
- Chur, G. 2010. Evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería. Tesis. Ing. Civil. Facultad de ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, GU. p 9-12.
- Constitución de la República del Ecuador. 2008. Derechos del buen vivir Art. 15 y Régimen de desarrollo Art. 276. Registro oficial N° 449. (En línea). EC.

Consultado el 3 Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.cicad.oas.org>

Echeverri, C y González, A. 2011. Protocolo para medir la emisión de ruido generado por fuentes fijas. Revista Ingenierías. Universidad de Medellín. (En línea). Consultado el 1 de Marzo del 2016. Formato PDF. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3696817.pdf>

Escuela Superior Politécnica del Litoral. Tesis. Ingeniería Eléctrica. Ecuador, EC. p 28. (En línea). Consultado el 05 de noviembre del 2015. Formato PDF. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec>

FAUD (Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño). 2014. Funcionamiento Acústico. (En línea). Consultado el 26 de Febrero del 2016. Formato HTML. Disponible en: <https://tallerac1.wordpress.com/fichas-de-catedra/funcionamiento-acustico/>

Fuentes, N; Fragozo, I; Vizcaino, L. 2015. Uso de la cascarilla de arroz en bloques. Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural. p 99 – 116.

Gómez, R; Correa, V y Correa, A. 2010. Métodos cuantitativos utilizados en el diseño de la gestión de almacenes y centros de distribución. (En línea). Colombia, CO. V.7. Consultado 01 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org>

Hachi, J y Rodríguez, J. (2010). Estudio de factibilidad para reciclar envase plástico de polietileno tereftalato (PET), en la ciudad de Guayaquil. Tesis. Ingeniería Industrial. Universidad Politécnica Salesiana. Sede Guayaquil. Ecuador, EC. p. 21-24. (En línea). Consultado el 05 de noviembre del 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec>

- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2013. Reciclaje de materiales. Plástico PET. (En línea). Consultado el 22 de Nov del 2015. Formato Html. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
- INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización). 2015. Reglamento Técnico Ecuatoriano. Primera Edición. RTE INEN 638:1993-09. p 1-6. Quito–Pichincha, EC.
- _____. 2012. Norma Técnica Ecuatoriana. RTE INEN 639:2012. p 1-19. Quito–Pichincha, EC.
- _____. 1993. Norma Técnica Ecuatoriana. RTE INEN 643:1993-09. p 1-5. Quito–Pichincha, EC.
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2014. Registro de producción de arroz. (En línea). Consultado el 5 de Nov del 2015. Formato HTML. Disponible en: <http://www.agricultura.gob.ec>
- Mayo I. 2010. Introducción a los Procesos de Calidad REICE. (En línea). ES. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación. v. 8, p 11. Consultado, 1 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://www.rinace.net>
- Murillo, J 2010. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN DE ENFOQUE EXPERIMENTAL. Consultado, 22 de En. 2010. Formato PDF. Disponible en: <http://www.postgradoune.edu.pe/documentos/Experimental.pdf>
- Ortiz, M. (2013). El impacto de los plásticos en el ambiente. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. (En línea). Consultado el 05 de noviembre del 2015. Formato HTML. Disponible en: <http://www.jornada.unam>

- Pereira, Z. 2011. Los diseños del método mixto en la investigación en educación. Universidad Nacional Heredia. Costa Rica, CR. Revista electrónica Educare. Vol. XV. N°1. p 8- 10. ISSN: 1409-42-58
- Prada, A. 2010. La descomposición térmica de la cascarilla de arroz: una alternativa de aprovechamiento integral. Artículo Científico. Vol.14. Universidad de los Llanos. Colombia, CO. ISSN: 0121-3709
- Plaza, E. y Posligua, P. 2013. Propiedades de la cáscara de arroz. Obtención experimental del furfural a partir de la cáscara de arroz. p 31.
- Pérez, R; Galán, G y Quintanal, J. 2012. Métodos de diseño de investigación en educación. Universidad Nacional de Educación. Editorial UNED. Madrid, ES. p 460-461. ISBN: 978-84-362-6520-0
- Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos. 2014. Recolección de plástico PET. (En línea). Consultado 04 de Nov del 2015. Formato HTML. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec>
- Quilumba, M. 2013. Procedimiento de secado de los bloques. (En línea). Consultado el 26 de Nov del 2015. Formato HtIm. Disponible en: <http://.manual.procedimiento.repositorio.itspn.edu.ec>
- Rojas, M; Gutiérrez, F y Correa, A. 2012. Sistemas de control de gestión. Definición de control. Tipos de controles. Áreas de controles. Primera Edición. Bogotá – Colombia, CO. p 380. ISBN: 978-958-8675-88-6
- Rodríguez, E. 2010. Primera Edición. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. ISBN: 968-5748-66-7. Metodología de la Investigación. p 25 – 40.
- Salvador, A. 2014. Diagramas de flujo. Preparar y acondicionar elementos y máquinas de la planta química. Edit. ic. p 1 – 27.

- SEI (Servicio Ecuatoriano de Información). 2015. Producción de arroz en cascara. (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2015. Formato Html. Disponible en: <http://indestadistica.sni.gob.ec>
- Sierra, J. 2010. Constitución de la cascarilla de arroz. Alternativas de aprovechamiento de la cascarilla de arroz. Colombia. Universidad de Sucre. p 5 – 94. (En línea). Consultado el 04/08/2016. Formato Pdf. Disponible en <http://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/211/2/333.794S571.pdf>
- Simbaña, M. 2014. Diseño de un manual de procedimiento para las áreas de producción y comercialización de la microempresa materiales de construcción “J.M.S”. Instituto Tecnológico Superior “Policía Nacional”. Tesis. Ingeniería de Administración de Empresas. p 110-115. (En línea). Consultado el 26 de Nov del 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://repositorio.itspn.edu.ec/bitstream/123456789/89/6/T-AE-2014-0123.pdf>
- Soliz, J. 2011. Técnicas cualitativas de la investigación científica. Revista Boliviana. Vol. 10. p 1 – 4.
- UNIVO. 2011. Método descriptivo. Metodología de la investigación. p 1 – 8. (En línea). Consultado 04/08/2016. Formato Pdf. Disponible en http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/021205/021205_Cap3.pdf
- Universidad José Cecilio del Valle. 2014. Materiales de Construcción. (En línea). Consultado 16 de Febrero 2016. Formato Html. Disponible en: <https://matdeconstruccion.wordpress.com/2009/08/03/bloques-de-concreto/>
- Vargas, E. 2015. Semolina de arroz. El valor nutritivo de los subproductos del arroz. Costa Rica. Revista CINA. p 1 – 50.
- Vargas, J; Alvarado, P; Vega-Baudrit, J; Porras, M. 2013. Cascarilla de arroz. Caracterización del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de

posibles aplicaciones como materia prima en procesos. Revista Dialnet.
Universidad de San Carlos, Guatemala. Vol. 23. p 1 – 16.

ANEXOS

ANEXO 1

FORMATO CB-GUI001-001-FICHA DE LEVANTAMIENTO DE PROCESOS				
Analistas de procesos	GANCHOZO ROJAS CINTHYA - ZAMBRANO RUEDA GUSTAVO		Módulo	FABRICACIÓN DE ECO-BLOQUES
Nombre de proceso	FABRICACIÓN DE ECOBLOQUES			
Objetivo	Determinar un proceso estandarizado en la Fabricación de Ecobloques - ESPAM MFL.			
PROCESOS/ SUB-PROCESOS	#	Actividades/ Tareas	Documentos	Min.
RECEPCIÓN	1.	Preparar herramientas	A	5 min
	1.1	Palas, carretillas, tachos	T	
	2.	Receptar materias Primas	A	15 min
	2.1	Receptar cascarilla de arroz, Plastico PET tritutado, Cemento Portland.	T	
	3.	Trasladar la materia prima a la mezcladora	A	15 min
	3.1	Efectuar el traslado correspondiente de la materia prima a la mezcladora	T	
ÁREA DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE ECO-BLOQUES	4	Ingreso de los materiales en la mezcladora	A	15 min
	4.1	Receptar las cascarilla de arroz, plastico PET y Cemento Portland en la mezcladora	T	
	5	Encender mezcladora	A	1 min
	6	Mezclar uniformemente todos los materiales en seco que fueron ingresado a la mezcladora	A	10 min
	6.1	Verificar si existen buen mesclado	T	
	7	Agregar agua	A	5 min
	7.1	Vertir agua poco a poco según el mesclado	T	2 min
	7.2	Verificar que la mescla tenga una consistencia compactada, pero no blanda.	T	3 min
	8	Extraer material de la mezcladora	A	10 min
	8.1	Ubicar tacho debajo de salida de la mezcladora	T	1 min
	9	Encender la vibradora	A	1 min
	10	Vertir la mescla en la máquina	A	1 min
	11	Verificar el proceso de vibración (compactación de la mescla)	A	1 min
	12	Descompactar y retirar el molde	A	1 min
13	Retirar los bloques de la maquina vibradora	A	2 min	
14	Trasladar los bloques en carretilla al area de	A	2 min	
ÁREA DE SECADO	15	Colocar los bloques en su respectiva tabla, en el area designado para el secado	A	2 min
	16	Dejar reposar el bloque durante 24 horas en la tabla	A	
	17	Retirar los bloques de las tablas y ubicarlas en el piso para su posterior secado de 7 días.	A	
	18	Almacenar los bloques para su posterior ventas	A	
		FIN		

ANEXO 2



Foto. 1. Realización de entrevistas

ANEXO 3



Foto. 2 Realización de entrevistas

ANEXO 4



Foto. 3. Molienda de cascarilla de arroz

ANEXO 5



Foto. 4 Réplicas de Eco-bloques

ANEXO 6



Foto. 5. Máquina de compresión

ANEXO 7



Foto 6. Resultado obtenido en máquina de compresión