UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA
AMAZONIA PERUANA
FACULDAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

"ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE RESIDUOS AGRÍCOLAS (Cáscara y Ceniza de arroz), COMO MATERIAL SOSTENIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN. IQUITOS - LORETO – 2014"

T E S I S

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

PRESENTADO POR

CLAUDIO HUMBERTO LINAREZ OCMIN

Bachiller en Gestión Ambiental

IQUITOS – PERÚ

2 0 1 5

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Tesis aprobada en sustentación pública el 19 de setiembre del 2015, por el Jurado Ad-Hoc nombrado por la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental, para optar el título de:

INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL

JURADOS:

Ing. JORGE AGUSTÍN FLORES MALAVERRY
Presidente

Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, M.Sc.
Miembro

Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.
Miembro

Ing. JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, M.Sc.
Asesor

Ing. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr.
Decano

DEDICATORIA

A **Dios** por haber culminado mis estudios profesionales con satisfacción y bendiciones.

A mis Padres **Nilton** y **Nilsa,** por brindarme su amor, cariño y apoyo incondicional, alentándome siempre y en cada momento para salir adelante sin desanimo.

A mis tíos **Victor** y **Meri** por todo el apoyo y los consejos que me llevaron a ser el profesional que soy ahora.

A mi hijo **Nilton Mathias**, que es mi orgullo y mi gran motivación, que libra mi mente de todas las adversidades que se presentan, y me impulsas a cada día superarme en la carrera de ofrecerte siempre lo mejor. No es fácil, eso lo sé, pero tal vez si no te tuviera, no habría logrado tantas grandes cosas.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a **Dios**, que me brindo salud, perseverancia, fortaleza y una maravillosa Familia.

Quiero agradecer a mis Padres y Familiares, que sin su apoyo y ayuda incondicional no pudiera haber logrado mis metas; a ellos un agradecimiento total.

Quiero agradecer a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana y a cada uno de sus docentes por brindarme los conocimientos que me ayudan a desarrollar mi carrera profesional.

Quiero agradecer al **Ing. Jorge E. Bardales Manrique** por su comprensión y paciencia; y por brindarme sus conocimientos para el adecuado desarrollo de este Proyecto de Tesis.

INDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA.....03
AGRADECIMIENTO.....04
INDICE GENERAL.....05
INDICE DE CUADROS.....07
INDICE DE ANEXOS.....07
INTRODUCCIÓN.....09
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....11
1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLE.....11
1.1.1 Problema.....11
1.1.2 Hipótesis.....12
Hipótesis general.....12
1.1.3 Variables.....12
Variable dependiente.....12
Variable independiente.....12
1.1.4 Operacionalización de las variables.....13
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....14
1.2.1 Objetivo general.....14
1.2.2 Objetivos específicos.....14
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....14
1.3.1 Justificación.....14
1.3.2 Importancia.....15
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....16
2.1 CARACTERIZACIÓN GENERALES DE LA ZONA.....16
2.1.1 Localización.....16
2.1.2 Clima.....16
2.1.3 Clima y ecología.....17
2.2 METODOS.....18
2.2.1 Tipo de investigación.....18
2.2.2 Diseño de la investigación.....18
2.2.3 Etapas de la investigación.....19

2.2.4 Procedimiento de la investigación 19
2.2.5 Técnicas de análisis estadístico empleado 21
CAPITULO III. REVISIÓN DE LITERATURA 23
3.1 MARCO TEÓRICO 23
3.2 MARCO CONCEPTUAL 29
CAPITULO IV. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....38
4.1 EVALUACIÓN DEL PESO SECO DE LOS LADRILLOS 38
4.2 PESO HÚMEDO DE LOS LADRILLOS.....39
4.3 EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA (Kg).....43
4.4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS.....44
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....46
5.1 CONCLUSIONES 46
5.2 RECOMENDACIONES.....47
BIBLIOGRAFIA.....48
ANEXOS 51

INDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro N° 01. Operacionalización de las variables.....13
Cuadro N° 02. Análisis de varianza.....21
Cuadro N° 03. Unidad de Albañilería.....22
Cuadro N° 04. Peso seco de los Ladrillos.....38
Cuadro N° 05. Prueba de Duncan peso seco de los ladrillos.....39
Cuadro N° 06. Peso Húmedo de los Ladrillos (Kg).....40
Cuadro N° 07. Prueba de Duncan para Peso Húmedo de los Ladrillos (kg).....40
Cuadro N° 08. Diferencia entre peso seco y peso Húmedo de los ladrillos y ganancia porcentual de humedad a las 24 horas de inmersión.....41
Cuadro N° 09. Nivel de Absorción de los tratamientos en estudio.....42
Cuadro N° 10. Capacidad de Carga (Kg).....43
Cuadro N° 11. Prueba de Duncan de Capacidad de Carga de los ladrillos (Kg).....44
Cuadro N° 12. Resistencia a la compresión (Kg/cm^2).....45
Cuadro N° 13. Prueba de Duncan de Resistencia a la compresión (Kg/cm^2).....45

INDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo N° 01. Peso seco Ladrillo Kg.....52
Anexo N° 02. Resistencia a la compresión Kg/cm^2.....52
Anexo N° 03. Resistencia a la Carga Kg.....52
Anexo N° 04. Peso húmedo Ladrillo Kg.....53
Anexo N° 05. Moledora de cascarilla de arroz Fig. A y Fig. B.....54
Anexo N° 06. Cáscara de arroz.....55
Anexo N° 07. Ceniza calcinada de arroz.....55
Anexo N° 08. Moldes para la elaboración de los ladrillos.....56
Anexo N° 09. Proceso de moler la cascarilla de arroz Fig. A y Fig. B.....56-57
Anexo N° 10. Proceso de mezcla Fig. A y Fig. B.....57-58
Anexo N° 11. Elaboración de los ladrillos Fig. A y Fig. B.....58-59

Anexo N° 12. Proceso de humedad de los ladrillos Fig. A y Fig. B 59-60
Anexo N° 13. Máquina para medir presión y compresión 60
Anexo N° 14. Ladrillos seleccionados para la evaluación 61
Anexo N° 15. Compresión de los ladrillos Fig. A y Fig. B..... 61-62

INTRODUCCIÓN

La concientización con el medio ambiente es un tema cada vez más recurrente en el mundo, y nuestro país no se queda atrás, ya que cada vez es más común oír hablar de "ladrillos ecológicos" y de su utilización en construcciones ambientales.

Millones y millones de ladrillos se fabrican cada año en el mundo, siendo responsables de la emisión a la atmósfera de unos 800 millones de toneladas de CO_2, debido principalmente a los combustibles fósiles utilizados durante su proceso de cocción. Simplemente este dato debiera preocupar a todos los profesionales de la arquitectura, y provocar que fuéramos los primeros en promover el uso de los ladrillos ecológicos.

Ladrillos que reaprovechan la ceniza del carbón, el plástico usado, que convierten la humedad ambiental en agua o que utilizan materiales naturales como el cáñamo o la paja. Diversas empresas, equipos de investigación e iniciativas ecologistas promueven el uso de varios modelos de ladrillos ecológicos.

Al utilizarlos, se reduce el gasto en energía y materias primas que requieren los ladrillos convencionales, ayudando así al medio ambiente y a construir casas con propiedades más ecológicas.

Cada año, unos 45 millones de toneladas de ceniza procedentes de las centrales térmicas de carbón acaban en la basura. ¿Y si transformamos estos desechos en ladrillos evitando su impacto ambiental?.

Los grandes volúmenes de desechos producidos por diversas actividades humanas como la agrícola, forestal, industrial o doméstica son considerados como un problema en la actualidad por muchos ciudades, en base a su disposición final, es así que la gestión de los residuos sólidos domiciliarios, posee un alto contenido de residuos entre ellos los peligrosos; todo estos problemas en gran parte se le atribuye al poblador que hasta la fecha desconoce la forma de segregación, generando una incorrecta segregación, permitiendo que se sigan evacuando los residuos sólidos domiciliarios de una forma no adecuada, desconociendo el problema que se genera en la salud, seguridad, ambientales y legales.

En tal sentido, el presente trabajo de investigación, mediante la generación de una tecnología adecuada pretende contribuir a generar una información inicial en base a la caracterización de los residuos sólidos y a partir de ella poder caracterizar su composición entre sólidos orgánicos e inorgánicos, con el fin de utilizarla como materia prima para la generación de Ladrillos Ecológicos como una manera de minimizar el costo que demandaría su aplicación.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLE

1.1.1 Problema

En los últimos años la agroindustria se ha venido constituyendo en uno de los referentes de nuestra economía a nivel nacional y local, lo que ha conllevado que en diferentes zonas de nuestro país se incrementen zonas de producción de estos cultivos por su buen precio en los mercados locales, nacionales e internacionales, caso Cacao (***Theobroma cacao***), Arroz (***Oriza sativa***), café (***Coffea arabica***), etc., aquí la importancia de analizar que todos estos cultivos generan desechos producto de su procesamiento industrial que muchas veces no pueden ser utilizados en procesos de compostaje por su alto contenido de compuestos lignocelulósicos; de aquí parte nuestra propuesta de dar un mejor uso a estos sub productos al ser utilizados como materia prima para la elaboración de ladrillos Ecológicos inspirado en el tradicional adobe y que sustituya al ladrillo convencional cocido.

El ecoladrillo además de un buen aspecto responde a criterios ecológicos y sostenibles ya que requiere un bajo nivel de energía para su fabricación y se elimina la emisión de CO2 a la atmósfera al ser ladrillos que no requieren de cocción. Este proyecto pretende concienciar que el desarrollo de una ingeniería más sostenible es posible. La bioconstrucción es un campo amplio en el que se debe trabajar de forma constante para obtener nuevos logros. Esta tecnología es muy ambiciosa por su eficiencia energética y

económica. Este concepto de ingeniería es el que se propone con el desarrollo en este trabajo de ladrillos puzolánicos sin cocción, con el resultado de un material de construcción sostenible con un gran potencial y capacidad de cubrir las necesidades actuales y futuras de la sociedad.

Basado en los procesos de conceptualización nos trazamos la pregunta de investigación es la siguiente **¿La elaboración de Ecoladrillos con base puzolánica contribuirá a disminuir la presión sobre el agua, aire, suelo y árboles y disminuir el proceso de contaminación ambiental por los procesos de construcción de ladrillos?**

1.1.2 Hipótesis

Hipótesis general

La Elaboración de los ecoladrillos, contribuye a mejorar el impacto de estos al ambiente y genera un producto de bajo coste y adecuado rendimiento para la construcción de viviendas.

1.1.3 Variables

- **Variable dependiente**:

  X1. Residuos de cultivo de arroz (cascara y ceniza), mescla puzolánico.

- **Variables Independientes:**

  Y1: Relación mescla.

  Y2: Relación aditivo

  Y3. Caracterización física - mecánica

  Y4. Formas de uso

1.1.4 Operacionalización de las variables

Cuadro N° 1. Operacionalización de las variables

VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES	ÍNDICES
X_1: Ladrillos Ecológico a partir de residuos agrícolas.	1. Formas de ladrillo 2. Tipos de ladrillos	- NTP 331.040:2006 - NTP 331.017:2003 - NTN ITINTEC 331.018
VARIABLE DEPENDIENTE	**INDICADORES**	**ÍNDICES**
Y_1: Caracterización de los materiales utilizados.	1. Cemento Portland convencional. 2. Cal hidratada natural 3. Cenizas de cáscara de arroz como aditivo puzolánico 4. Cascarillas de arroz como aditivo estructurante.	Kg/unidad
Y_2: Relación mezcla	Relación de mezcla de cada uno de los componentes	- Cemento Kg/Unidad ladrillo. - Ceniza. - Cal hidráulica. - Ceniza. - Agua.
Y_3: Caracterización física - mecánica	Ladrillo elaborado con plástico reciclado	Uniformidad dimensional y Determinación de la masa. • Peso unitario y absorción de agua. • Módulo de rotura. • Análisis esfuerzo – deformación. • Resistencia a la compresión. • Análisis térmico.
Y_4: Formas de uso.	Tipo de construcción	- Canto uni/metro lineal - Canto Uni/metro Lineal-

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo general

Elaborar ladrillos ecológicos de carácter puzolánico mediante la incorporación de residuos procedentes del cultivo del arroz, y con bajo coste energético y económico.

1.2.2 Objetivos específicos

- Aprovechar los residuos procedentes del cultivo del arroz.
- Minimizar el impacto ambiental que provocan la cascara de arroz procedente del pilado industrial.
- Minimizar el gasto energético en el proceso de elaboración de los ladrillos: disminuyendo la energía utilizada de compactación y eliminando la cocción.
- Realización de ensayos normalizados en laboratorios, a fin de establecer propiedades físicas - mecánicas.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.3.1 Justificación

Se desarrollará una nueva pieza constructiva que elimina la emisión de CO2 a la atmósfera, y utiliza niveles de compactación mínimos que incluso se pueden obtener por medio de prensas manuales de ladrillos mediante un simple mecanismo hidráulico que no requiere de grandes avances tecnológicos. Además, se trabajara con residuos procedentes del cultivo del arroz que suponen millones de toneladas al año en todo el mundo, lo que implicaría la reducción de un gran impacto ambiental ya que, al no tener ninguna salida comercial hasta el momento, se almacenan a cielo abierto contaminando suelos, aguas, etc.

1.3.2 Importancia

La importancia del trabajo radica en que la información que se genere, nos permitirá promover a los empresarios a invertir en este campo, debido a la mayor información que se brinda de cómo elaborar de manera eficiente estos ladrillos. De esta forma se podría aprovechar los residuos de otros cultivos de los cuales no se tenga un uso definido y no simplemente botarlos como se hace ahora. Se pretende que sea un proyecto sostenible y posible de llevarse a cabo también en poblaciones con menos recursos económicos y tecnológicos.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 CARACTERIZACIÓN GENERALES DE LA ZONA

2.1.1 Localización

El presente estudio de Investigación se desarrolló en la ciudad de Iquitos - Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – Ciudad Universitaria de Zúngaro Cocha, en el área del Centro de Investigación de animales Menores; Ubicado a 45 minutos de la ciudad de Iquitos; así mismo se tendrá como centro de acopio al centro poblado de Zúngaro Cocha.

Ubicación política.

Distrito : San Juan Bautista

Provincia : Maynas

Región : Loreto.

Coordenadas UTM:

704220.83 m E

9557313.00 m N

Altitud : 109, 00 m.s.n.m.

2.1.2 Clima

El clima de la ciudad de Iquitos es tropical cálido, húmedo y lluvioso, con una temperatura alta y constante a lo largo del año presentando poca variedad térmica diaria.

- Temperatura media máxima : 33°C
- Temperatura media mínima : 22°C
- Temperatura media anual : 26.4°C
- Humedad relativa promedio : 87%
- Humedad relativa : 85%

La evaporación media anual es de 1500 mm con una variación de 20%. De la frecuencia de las lluvias depende el caudal de los ríos y su expansión horizontal en la selva baja (época de creciente y vaciante).

2.1.3 Clima y ecología

El clima de la zona de estudio se clasificó como húmedo y cálido, con una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio anual de 2,600 mm. La estación invernal no es muy marcada y se caracteriza por un nivel de precipitación pluvial y temperatura ligeramente igual a la de las otras estaciones, además posee una elevada humedad relativa la cual fluctúa entre 80-88%. SENAMHI.

Suelos y vegetación

Los suelos en el distrito de Fernando Lores se pueden diferenciar en tres tipos: Las terrazas bajas que lo constituyen las playas y restingas inundables que son cubiertas anualmente. Las terrazas medias o restingas inundables temporalmente y las terrazas de altura. El uso que se los da a estos suelos es para labores agropecuarias de subsistencia sin usos adecuados de tecnología, una agricultura de autoconsumo y con poca rentabilidad.

Las principales especies que se pueden citar con las siguientes, lupuna, cumala, marupa, cedro, moena, tronillo, quillosisa, catahua, capirona, capinuri, huasai, ungurahui, camu – camu, humari, piña. Entre otras especies, así mismo destacan múltiples variedades de helechos arbóreos, plantas ornamentales y medicinales que la población aprovecha para el tratamiento.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Tipo de Investigación.

Investigación – Acción, descripta de la siguiente manera: La metodología integrada de Investigación – Acción implica la ejecución inter.-disciplinaria y grupal de tareas de gabinete y campo, con evaluaciones cíclicas capaces de ir generando un retorno para retro-alimento de la investigación. (Berretta, 1987).

2.2.2 Diseño de la Investigación.

Se realizó un proyecto de investigación de tipo experimental. Según Tamayo (1995) "se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o porqué causa se produce una situación o acontecimiento particular. El experimento fue una situación provocada por el investigador para introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. En el experimento, el investigador manejó de manera deliberada la variable experimental y luego observó lo que ocurre en condiciones controladas".

2.2.3 Etapas de la investigación

Las etapas que se realizó en esta investigación fueron los siguientes:

I FASE DE GABINETE

- ✓ En esta fase se realizaron estudios bibliográficos para conocer sobre el estado de la técnica sobre el tema.

II. FASE DE CAMPO

- ✓ Se procedió a la elaboración de los ladrillos ecológicos.
- ✓ Se procedió a la evaluación de los elementos constructivos desarrollados desde los puntos de vista ecológico, técnico, económico y social.

III. FASE DE CAMPO VALIDAR FORMULAS

- ✓ En esta fase se validó el diseño de los ladrillos y posibles fallas generadas en el proceso de elaboración, con el fin de realizar las acciones correctivas necesarias.

IV. FASE DE LABORATORIO

- ✓ Se procedió a la realización de ensayos normalizados en laboratorios, a fin de establecer propiedades físicas - mecánicas.
- ✓ Por consiguiente, se hizo la evaluación económica comparativa de los elementos constructivos desarrollados.

2.2.4 Procedimiento de la investigación

- ➢ **El procedimiento que se utilizó para la fabricación de los ladrillos ecológicos de cascarilla de arroz fue la siguiente**:

  a) Se realizó el preparado de la mezcla para tal fin se utilizó las siguientes concentraciones en base a 10 Kg:

T1 : 5.00 Kg cemento; 3.50 Kg CA, 1.50 Kg CCA

T2 : 5.75 Kg cemento; 3.00 Kg CA, 1.25 Kg CCA

T3 : 6.25 Kg cemento; 2.50 Kg CA, 1.25 Kg CCA

T4 : 6.75 Kg cemento; 2.00 Kg CA, 1.25 Kg CCA

b) Se procedió a realizar la mezcla adicionado el cemento, la cascarilla de arroz, la cual previamente se trituró para tener una mejor compactación y evitar bolsas de aire, y por último las cenizas de la cascarilla de arroz que previamente se calcinó, se adicionó agua de forma cuidadosa, con el fin de lograr la cohesión de los agregados.

c) Cuando la mezcla adquirió consistencia uniforme, se la vertió en el molde de ladrillos o bloques, según elemento constructivo deseado, y se realizó la compresión de la mezcla, la cual ésta fue del tipo manual.

d) Se obtuvo en base a 10 Kg de mezcla la cantidad de ladrillos para:

T1: Se obtuvo 6 ladrillos

T2: Se obtuvo 6 ladrillos

T3: Se obtuvo 4 ladrillos

T4: Se obtuvo 4 ladrillos

e) Se dejó en reposo durante un día y luego se pasó a la etapa de curado con agua, en donde permaneció 7 días.

Después de este tiempo, se los retira y se los almacenó en pilas a cubierto a sombra hasta cumplir los 28 días desde su elaboración.

2.2.5 Técnicas de análisis estadístico empleado

Para el procedimiento estadística se empleó el diseño estadística completamente al azar con cuatro (04) tratamientos x 3 repeticiones, haciendo un total de 4 tratamientos con 12 repeticiones.

Con los siguientes tratamientos en base a proporciones (1 : 1):

Tratamientos:

T1 : 1.00 cemento ; 0.70 CA , 0.30 CCA

T2 : 1.15 cemento ; 0.60 CA , 0.25 CCA

T3 : 1.25 cemento ; 0.50 CA , 0.25 CCA

T4 : 1.35 cemento ; 0.40 CA , 0.25 CCA

Donde:

CA = CASCARILLA DE ARROZ

CCA = CENIZA CALCINADA DE ARROZ

ANVA DEL DISEÑO A UTILIZAR

Cuadro N° 2. Análisis de Varianza

FV	GRADOS DE LIBERTAD	
TRATAMIENTO	t – 1 = 4 – 1	3
ERROR	t (r – 1) = 4 (3 – 1)	8
TOTAL	(r t) – 1 = (3 x 4) - 1	11

Fuente: Tesis 2015.

Cuadro N° 3. Unidad de Albañilería

CLASE DE UNIDAD DE ALBANILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en MPa (kg/cm²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P (1)	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP (2)	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

Fuente: DANTE EDDO BONILLA MANCILLA 2006

CAPITULO III

REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 MARCO TEÓRICO

Constitución Política del Estado Peruano

Artículo 2º. Toda persona tiene derecho:

Inciso 22: A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

Normatividad Ambiental para el sub sector ladrillos

Constitución Política del Perú (1993).

En un nivel de jerarquía legal mayor, otorga expresamente la categoría de derecho fundamental de la persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida artículo 2 inc. 22, señala, así mismo, que el estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales, la conservación de la diversidad biológica y áreas naturales protegidas y el desarrollo de la amazonia.

Política Nacional del Ambiente

La política Nacional del ambiente se presenta a la ciudadanía en cumplimiento del mandato establecido en el artículo 67° de la Constitución Política del Perú y en concordancia con la legislación que norma las políticas públicas ambientales esta política es, uno de los principales instrumentos de gestión para el logro del desarrollo sostenible en el país y fue elaborado tomando en cuenta la declaración de Río sobre el medio Ambiente y Desarrollo, los objetivos del milenio formulado por la Organización de

la Naciones Unidas y los demás tratados y declaraciones internacionales suscritos por el estado peruano en materia ambiental.

En tal sentido en base al proceso, de integración de los aspectos sociales ambientales y económicos de las políticas públicas y la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones, la política nacional del ambiente es un instrumento de cumplimiento obligatorio, que orienta las actividades públicas y privadas, así mismo, esta política sirve de base para la formulación del plan nacional de acción ambiental, agenda nacional de acción ambiental y otros instrumentos de gestión pública ambiental en el marco del sistema nacional de gestión ambiental.

La política nacional del ambiente considera los lineamientos de las políticas establecidos por la Ley N° 29158, Ley orgánica del poder ejecutivo y las disposiciones de la Ley N° 28611, ley general del ambiente. Define los objetivos prioritarios, lineamientos contenidos principales y estándares nacionales de obligatorio cumplimiento, conforma la política general de gobierno en materia ambiental, la cual enmarca las políticas la cual enmarca las políticas sectoriales regionales y locales.

La presente política ha sido formulada sobre la base del análisis de la situación ambiental del país, tomando en cuenta las políticas implícitas y lineamientos que sustentaron la elaboración de planes y estrategias nacionales en materias como diversidad biológica, bosque, cambio climático, residuos sólidos, saneamiento, sustancias químicas entre otros, así mismo incluye los resultados del proceso de consulta pública. Descentralizado efectuado por el ministerio del ambiente.

La política nacional del ambiente como herramienta del proceso estratégico de desarrollo del país constituye la base para la conservación del ambiente, de modo tal que se

propicie y asegure el uso sostenible responsable, racional y ético de los recursos naturales y del medio que lo sustenta, para contribuir al desarrollo integral, social, económico y cultural del ser humano en permanente armonía con su entorno.

LEY GENERAL DEL AMBIENTE (Ley Nº 28611)

La Ley General del Ambiente establece principios y normas básicas para que se asegure el derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una correcta gestión ambiental, protección y conservación del ambiente.

Artículo 66: DE LA SALUD AMBIENTAL

1: La prevención de riesgos y daños a la salud de las personas es prioritaria en la gestión ambiental. Es responsabilidad del Estado, a través de la Autoridad de Salud y de las personas naturales y jurídicas dentro del territorio nacional, contribuir a una efectiva gestión del ambiente y de los factores que generan riesgos a la salud de las personas.

2: La Política Nacional de Salud incorpora la política de salud ambiental como área prioritaria, a fin de velar por la minimización de riesgos ambientales derivados de las actividades y materias comprendidas bajo el ámbito de este sector.

LEY Nº 26842: "LEY GENERAL DE LA SALUD". 20/07/1997 Establece que: "Toda persona natural o jurídica está impedida de efectuar descargas de desechos o contaminantes en el agua, el aire, o el suelos, sin haber adoptado las precauciones de depuración que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente".

DECRETO LEGISLATIVO. 295: "Código Civil". 1984 Establece que el propietario, en ejercicio de su derecho y especialmente dentro de su desarrollo industrial debe

abstenerse de perjudicar las propiedades contiguas, su seguridad, tranquilidad y la salud de sus habitantes.

DECRETO LEGISLATIVO. 635: "Código Penal". 08/04/1991 Establece responsabilidad criminal para aquel que violando las normas de protección ambiental, contamina el ambiente introduciendo residuos sólidos, líquidos, gaseosos o de cualquier otra naturaleza por encima de los límites establecidos y que causen o puedan causar perjuicio o alteraciones en la flora, fauna o en los recursos hidrobiológicos.

Decreto Legislativo N° 613, Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (08/09/90).

Tiene como objetivo la protección y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales a fin de hacer posible el desarrollo integral de la persona humana con el fin de garantizar una adecuada calidad de vida.

Además involucra directamente al Estado y los gobiernos locales en el tema de una adecuada de la gestión de los residuos sólidos.

Artículo 102º. Es obligación del Estado, a través de los gobiernos locales, controlar la limpieza pública en las ciudades y todo tipo de asentamiento humano, considerando necesariamente las etapas de recolección, transporte y disposición final de los desechos domésticos, así como la educación de sus habitantes.

DECRETO LEGISLATIVO. N° 757: "Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada".b13/11/1991. Mediante esta Ley Marco se determinó que la "Autoridad Ambiental Competente" para conocer los asuntos relacionados con la aplicación de las

disposiciones del Código del Medio Ambiente, fueran los Ministerios de los sectores correspondientes a las actividades que desarrollan las empresas, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a los Gobiernos Regionales y Locales.

LEY 23407: "LEY GENERAL DE INDUSTRIA". Mayo 1982. Establece que las empresas industriales deberán desarrollar sus actividades sin afectar el medio ambiente, alterar el equilibrio de los ecosistemas, ni causar perjuicio a las colectividades.

D. S. N° 001-97-ITINCI: "Disponen que las empresas industriales manufactureras se adecuen a las normas de Protección Ambiental a será probadas por el MITINCI". 05/01/1997. Define un esquema especial de plazos y procedimientos para la ejecución del PAMA, para empresas en actividad según su ubicación geográfica y la zonificación que la municipalidad correspondiente haya establecido. Señala que las empresas industriales que ejecuten un PAMA, para adecuarse a los niveles permisibles, no podrán ser obligadas o conminadas a suspender sus actividades o trasladar sus establecimientos de conformidad con el art. 103 de la Ley N° 23407.

Ministerio del Ambiente Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM de 23 de Mayo del 2009Fundamento: La calidad ambiental ha sido afectada por el desarrollo de actividades extractivas, productivas y de servicios sin medidas adecuadas de manejo ambiental, una limitada ciudadanía ambiental y otras acciones que se reflejan en la contaminación del agua, del aire y el suelo. El deterioro de la calidad de agua es uno delos problemas más graves del país. Entre sus principales causas están los vertimientos industriales y domésticos sin tratamiento (el 70% de los vertimientos

domésticos no son tratados y solo en Lima se vierten al menos de 400 millones de m^3/ anuales servidas al mar), así como el uso indiscriminado de agroquímicos, el de insumos químicos en la producción de drogas ilegales y en la minería informal. La contaminación del aire también presenta retos importantes, sobre todo en los lugares con alta concentración del parque automotor e industrias fuertemente impactantes.

D. S. N° 019-97-ITINCI: **"Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de las Actividades de la Industria Manufacturera". 26/09/1997**. Se fijan los lineamientos de Política

Ambiental del MITINCI, donde se señala como aspecto relevante el principio de prevención en la gestión ambiental, a través de prácticas que reduzcan o eliminen la generación de elementos o sustancias contaminantes en la fuente generadora. En caso de no ser posible la reducción o, eliminación de los contaminantes, se realizarán prácticas de reciclaje y reutilización; así como, tratamiento o control y adecuada disposición de desechos.

R. M. N° 108-99-ITINCI/DM: "Guías para Elaboración de EIA, PAMA, DAP Informe Ambiental". 28/09/1999. Es un documento en el cual se definen los objetivos, requerimientos y estructura de las Guías para Elaboración de Estudios Ambientales; incluyendo los lineamientos para el PAMA.

3.2 MARCO CONCEPTUAL

La apuesta por nuevas propuestas de investigación sobre alternativas sostenibles debe implicar a todos los sectores de la sociedad para dar un nuevo enfoque a las soluciones planteadas hasta el momento. Fruto de la concienciación del gran impacto ambiental producido por el hombre desde el comienzo de la Revolución Industrial, tomamos conciencia del agotamiento de la tierra y de los recursos. Consecuencia de ello, se comienza a vislumbrar una conciencia más sostenible y ecológica. El derroche energético y los desmesurados objetivos de mercado y modelos de vida, llevan a una reflexión global y al planteamiento de metas diferentes. **(Boardman, 2004).**

En Perú y en otros países con recursos, muchos de los edificios de nueva construcción están diseñados bajo la conciencia del cambio climático, con sistemas de ahorro de energía y por lo tanto bajas emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. Esta situación comienza a ser indispensable en cualquier modelo productivo. En los países económicamente más desfavorecidos esta problemática pasa a un segundo plano por la carencia de recursos. La autoconstrucción con arcilla ha demostrado ser la respuesta más apropiada en varios países de Asia, África y América Latina, y quizás la solución que mejor aúna ambos dilemas. Los ladrillos de arcilla cocida son algunos de los materiales de construcción más importantes de todos los tiempos. Hoy, sin embargo, a la mayoría de productores les resulta cada vez más difícil competir con los productos a base de cemento. Este es considerado un producto estrella de la construcción que genera un gran impacto medio ambiental, que implica en su elaboración altos niveles de energía y una gran dependencia del petróleo. El incremento del precio del crudo desde 2008, la deforestación, las nuevas normativas y regulaciones en materia medio ambiental y el aumento del coste de producción, demandan la búsqueda de alternativas

para las empresas de ladrillos cocidos tradicionales. Todos estos factores negativos y la necesidad de crear productos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente, han llevado a la realización de este trabajo de investigación siguiendo recientes propuestas en la elaboración de ladrillos puzolánicos que mejoren el perfil medio ambiental de la construcción. La elaboración de ladrillos ecológicos responde a las necesidades de disminuir el gasto energético y el impacto ambiental provocado por subproductos provenientes de cultivos agrícolas e industriales, y a la necesidad de aumentar la calidad medio ambiental. En este trabajo se propone la elaboración de ladrillos puzolánicos sin cocción y con materiales ecológicamente aceptables. Además, como puzolanas artificiales se utilizan subproductos residuales del cultivo del arroz, de esta forma se elimina colateralmente el impacto ambiental que éstos producen. **(Kjarstad y Jonson, 2007, Rajgor, 2007 y Carter, 2008).**

Los ladrillos tradicionales cocidos como material de construcción datan de hace más de 5000 años. Éstos han permitido la construcción de edificios duraderos y confortables. Los Romanos, grandes innovadores de la arquitectura, ya utilizaban en sus construcciones los ladrillos cocidos y antes de estos los adobes tradicionales ya que eran buenos conocedores de sus buenas propiedades haciendo gran uso de este tipo de materiales durante toda su historia. A finales del siglo XX, los ladrillos cocidos fueron usados generalmente en estructuras de media y baja altura, como revestimiento en muros de hormigón, pilares de acero y en tabiquería interna no portante. **(Brick Development Association, 2009)**

GESTIÓN AMBIENTAL: Estrategia mediante el cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al medio ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales. **(CAD, 2012).**

DISPOSICIÓN FINAL: Consiste en depósito de los residuos sólidos en el relleno sanitario o informalmente en botaderos. **FUENTES et al (2008).**

REAPROVECHAMIENTO DE RESIDUOS: Se entiende como el proceso para volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye el residuo. Se reconoce como técnica de reaprovechamiento: el reciclaje, recuperación o reutilización. **Bolaños K. (2011).**

FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE LADRILLO: La calidad y durabilidad de los ladrillos dependen de estos dos factores:

- **La Formulación.-** La calidad y porcentaje de arcilla en la composición de la mezcla determinan la resistencia mecánica del ladrillo, igualmente el porcentaje de desengrasantes, insumos agregados y granulometría.
- **La cocción.-** Los ladrillos de cerámica roja adquieren su resistencia mecánica por medio del tratamiento térmico conocido como sinterización, el cual se da cuando los puntos de contacto de los granos adyacentes se funden en una fase vítrea y se unen. Este proceso conocido como sinterización vítrea, empieza generalmente a los 800°C y continúa hasta temperaturas cercanas a los 1200°C, cuando tiene lugar la fusión y recristalización de los materiales. **GBPAL (2009).**

La industria ladrillera tiene un gran consumo de energía, aproximadamente 4,06 billones kWh equivalentes de gas natural al año. Los hornos cerámicos utilizados en este tipo de industria consumen una gran cantidad de combustibles fósiles, lo cual origina un enorme gasto energético y la liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero. Durante el proceso de cocción muchos gases nocivos (incluyendo gases carbónicos, hidrogenados y fluorados) y diferentes partículas son liberadas desde los hornos cerámicos (US EPA, 2003). Estas emisiones son desde hace varios años una de las mayores preocupaciones ambientales del sector. **(CERAM, 2009).**

El empleo de residuos con capacidad puzolánica procedentes de la combustión de materiales, como las cenizas de combustión de residuos vegetales (Behak y Pérez, 2008), y su aplicación en la fabricación de ladrillos puzolánicos ecológicos, así como la propia elaboración de los mismos, aunque la bibliografía citada permite suponer que su empleo permitirá alcanza los parámetros resistentes mínimos exigidos en la normativa actual vigente sobre piezas para fábrica de albañilería. **(Oti et al, 2008., Oti et al, 2008., Oti et al, 2008.; UNE EN 772-1; UNE 67028 EX).**

Por otro lado, también se está considerando el empleo de aditivos en forma de fibras vegetales o animales en el proceso de elaboración de los ladrillos puzolánicos. Cabe destacar que la adición de fibras vegetales, garantiza la disminución de las grietas, limita la contracción de la pieza, aligeran los ladrillos y disminuyen el tiempo de curado. **(Galín-Marín, 2010; Bouhicha et al, 2005).**

Además de todo lo anteriormente comentado, merece la pena mencionar el impacto medioambiental que no se generaría elaborando ladrillos puzolánicos ecológicos en frío. Algunas fuentes independientes, indican que la fabricación tradicional de ladrillos cocidos tiene un importe energético de 4186,8 MJ por cada tonelada de ladrillos producidos con una temperatura de cocción entre 900 y 1200ºC. Además, el proceso de cocción libera a la atmósfera alrededor de 202 kg de CO2/tonelada. Por otro lado, los sistemas tradicionales de elaboración de adobes con secado al sol, empleados en regiones muy secas como los países musulmanes, tienen un coste energético de 525,6 MJ/Tm y unas emisiones de CO2 de 25,1 kg/Tm. Este reducido coste energético se debe principalmente a una elaboración muy tradicional, localizada en las zonas más pobres de dichas regiones y con gran cantidad de mano de obra barata. La elaboración de este tipo de ladrillos necesita una maquinaria con muy poco gasto energético, con lo que diversos estudios han promulgado que el coste energético de la fabricación de ladrillos puzolánicos en frío se sitúa en 657,1 Mj/Tm y unas emisiones totales de 40,95 kg/Tm de CO2. Estas cifras, hacen que este nuevo producto sea 7 veces más ecológico y respetuoso con el medioambiente que los ladrillos tradicionales cocidos y además, la incorporación en el proceso de fabricación de residuos como los utilizados en este trabajo, aumentan de manera exponencial su sostenibilidad y contribuyen enormemente a la lucha contra el calentamiento global de la tierra. **(Oti et al 2009 ; BDA, 2008 ; Morton, 2008).**

Ladrillos Ecológicos

Los ladrillos ecológicos son ladrillos construidos con materiales que no degradan el medio ambiente y cuya fabricación también es respetuosa con éste, frente a los ladrillos

habituales cuya fabricación y materiales no es tan inócua. (**http://www.enbuenasmanos.com/ladrillos-ecologicos)**

Los ladrillos ecológicos tienen cualidades similares a los tradicionalmente utilizados para la construcción de las casas. Por tanto, su uso no se deriva en pérdida de calidad puesto que, como la mayoría de productos ecológicos, sufren más pruebas de su viabilidad que los tradicionales. La bioconstrucción no está en absoluto reñida con una casa confortable, bonita y segura.

Tipos de ladrillos ecológicos

Diferenciaremos los ladrillos ecológicos por los materiales con que están construidos ya que existen varias propuestas (en vía o ya en marcha) de ladrillos con diferentes componentes:

- **Cenizas de carbón:** Esta fue una idea de un ingeniero civil, Henry Liu, en 1999, con un doble beneficio ecológico. Con este material los ladrillos se obtienen a 212 grados en 10 horas y se aprovechan los 45 millones de toneladas de residuos del mismo que generan las centrales térmicas de carbón.
- **Cáñamo y paja:** Este ladrillo ecológico ya ha sido usado por empresas españolas. Pese a la aparente fragilidad de los materiales su dureza es semejante a los convencionales. Cuentan con la desventaja de ser más caros pero aíslan muy bien de la temperatura exterior. Ello supone un ahorro del gasto de energía en calefacción y aire acondicionado, por lo que se amortiza pronto su precio.
- **Plástico usado y cáscaras de cacahuete:** Los ladrillos ecológicos de este material son una creación del Centro Experimental de la Vivienda Económica de Argentina

quien asegura que son duros, aislantes ligeros y económicos. Además de producir un ahorro energético posibilitan un reciclaje de residuos para su producción.

Ventajas de los ladrillos ecológicos

Ya hemos adelantado algunas ventajas del ladrillo ecológico en el apartado anterior y dependiendo del material con que se construya, unas estarán más potenciadas que otras. Pero en general sus ventajas son:

- Menor perjuicio para la naturaleza, ya que su fabricación requiere menos energía y residuos así como el reciclaje de otros materiales de desecho.
- Son mejores aislantes del frío y del calor exterior, con lo que se gasta menos energía en el hogar.
- En algún caso son más económicos que los convencionales, pero cuando no es así, al ser mejores aislantes, el ahorro de energía amortiza la diferencia.
- Los materiales de los ladrillos ecológicos hacen que éstos sean más ligeros y manejables para el trabajador agilizando el tiempo de construcción y disminuyendo los gastos.
- Se consigue eliminar el impacto ambiental de estos residuos.

Desventajas de los ladrillos ecológicos

La desventaja de los ladrillos ecológicos es que están empezando a entrar en el mercado y en algunas zonas aún no se consiguen y hay que pedirlos. También tienen otra desventaja derivada de lo nuevo de este producto y es que, de momento, no existen variedades decorativas como los convencionales para decorar fachadas, muros, jardines, etc. (**Juan José Sánchez Ortiz**)

Clasificación de los ladrillos ecológicos

El ladrillo se clasificará en los siguientes tipos de acuerdo a sus propiedades:

- **Tipo I:** Resistencia y durabilidad muy bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.
- **Tipo II:** Resistencia y durabilidad bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderado.
- **Tipo III:** Resistencia y durabilidad media. Aptos para construcciones de albañilería de uso general.
- **Tipo IV:** Resistencia y durabilidad alta. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio riguroso.
- **Tipo V:** Resistencia y durabilidad muy altas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

CÁSCARAS DE ARROZ: La cáscara de arroz, como subproducto del cultivo del arroz, se caracteriza por su baja densidad, por ser aislante acústico y por su fácil trabajabilidad, no oponiendo resistencia al corte. En lo que respecta al fuego se ha comprobado no ser inflamable y de condiciones aceptables de combustibilidad, no produciendo gases. La cáscara de arroz tiene una composición química parecida a la de la madera, es decir, celulosa, lignina, grasas y resinas, diferenciándose por una fuerte proporción de cenizas con un 18% en sílice. **(María Cabo Laguna – Junio 2011).**

CENIZAS CÁSCARA DE ARROZ: Siendo un residuo a nivel mundial, las cenizas suponen un gran problema de almacenamiento y un grave impacto medio ambiental, y

por el momento, no se ha desarrollado ninguna aplicación concreta ni uso para valorizarlas. **(María Cabo Laguna – Junio 2011).**

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Luego de concluido el trabajo de campo, con los datos obtenidos se procede a realizar el análisis respectivo de los mismos, los cuales se presentan a continuación.

4.1 EVALUACIÓN DEL PESO SECO DE LOS LADRILLOS

Esta variable está referida al peso de los ladrillos elaborados en los tratamientos luego de ser sacados de los bastidores y puestos a secar por 24 horas en base a la norma NTP 399.613, cuyos datos se muestran en el análisis de variancia del cuadro n° 4. Peso Ladrillo / Tratamiento. Mostrándonos un Coeficiente de Variación de 12.7%, lo cual nos indica fiabilidad de los datos.

Cuadro N° 4. Peso seco de los Ladrillos

ANVA	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	,211	3	,070	,722	,558
Error	1,171	12	,098		
Total corregida	1,383	15			

Fuente: Tesis 2015.

En el cuadro N° 4, nos muestra que la existencia de no significancia estadística entre tratamientos, ya que el valor de la significancia 0.558 es menor del alfa 0.05, con el fin de observar la existencia de diferencias entre los tratamientos se sometió a la prueba de Duncan de las medias de los tratamientos.

Cuadro N° 5, Prueba de Duncan peso seco de los ladrillos

Variable	Tratamiento	N	Subconjunto
			1
Duncan.	T4	4	2,1388
	T3	4	2,2728
	T2	4	2,3448
	T1	4	2,4553
	Sig.		,209

Fuente: Tesis 2015.

El cuadro N° 5, muestra la prueba de Duncan para la variable Peso seco de Ladrillo, en ella observamos que se muestra un solo grupo, siendo para este caso totalmente homogéneo los tratamiento entre sí, donde el tratamiento T1 obtuvo el mejor peso con 2.1388 kg, y el tratamiento con el peso más bajo lo obtuvo el T4 con 2,1388 Kg; esto se corrobora con la significancia alcanzada para esta prueba igual a 0.209 superior al alfa del tratamiento que es igual a 0.05; esto se debe a que en el tratamiento T4 las concentraciones para cada tratamiento se modifican y esto lleva que en alguno de ellos se incremente más cantidad de cemento y en otros se baja la cantidad de cemento incrementados el de cascarilla de arroz, esto se realiza con el fin de obtener mayor resistencia de los ladrillos, los cuales demostraran en la pruebas de compresión en base a la carga respectivamente para cada uno de los tratamientos.

4.2 PESO HÚMEDO DE LOS LADRILLOS

Esta variable está a la humedad de cada uno de los tratamientos en estudio, en ella se observa que cada uno de los tratamientos va a poseer diversos tipos de concentración de humedad, la cual, va a estar dada por el contenido de cascarilla de arroz, cenizas y cemento, sometidos a 24 horas de inmersión en agua, los cuales se muestran en la

siguiente variable, para lo cual se observa un coeficiente de variación 13.16%, la cual nos da confianza en la toma de datos.

Cuadro N° 6. Peso Húmedo de los Ladrillos (Kg)

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	,460	3	,153	1,448	,278
Error	1,269	12	,106		
Total corregida	1,729	15			

Fuente: Tesis 2014.

En Cuadro N° 6, se observa la no existencia de significancia estadística entre tratamientos ya que la significancia 0.278 es superior al alfa utilizado de 0.05, esto nos indica que no existe diferencias entre los tratamientos que son iguales entre sí, con el fin de observar estas diferencias sometemos a la prueba de Duncan, la cual, nos mostrará estas diferencias entre tratamientos.

Cuadro N° 7. Prueba de Duncan para Peso Húmedo de los Ladrillos (kg)

Variables	Tratamiento	N	Subconjunto
			1
Duncan[a,b]	T1	4	2,3351
	T3	4	2,5650
	T4	4	2,6050
	T2	4	2,8125
	Sig.		,078

El cuadro N° 7, nos muestra un solo grupo homogéneo entre sí con la no existencia de significancia estadística, en ella se observa que el tratamiento T2 fue la que tiene mayor

contenido de humedad con un peso de 2,8Kg, seguido de T4 con 2.6Kg, T3 con 2.56Kg y el que presento menor humedad es T1 con 2.3Kg.

Cuadro N° 8. Diferencia entre peso seco y peso Húmedo de los ladrillos y ganancia porcentual de humedad a las 24 horas de inmersión.

T1PS	T1PH	DIFERENCIA	%HUMEDAD
1.911	2.14032	0.22932	12.00
2.841	3.18192	0.34092	12.00
2.317	2.59504	0.27804	12.00
2.752	3.08224	0.33024	12.00
T2PS	**T2PH**		
2.344	2.62528	0.28128	12.00
2.335	2.6152	0.2802	12.00
2.377	2.66224	0.28524	12.00
2.323	2.60176	0.27876	12.00
T3PS	**T3PH**		
2.277	2.55024	0.27324	12.00
2.742	3.07104	0.32904	12.00
2.249	2.51888	0.26988	12.00
1.823	2.04176	0.21876	12.00
T4PS	**T4PH**		
1.8	2.016	0.216	12.00
2.129	2.38448	0.25548	12.00
2.216	2.48192	0.26592	12.00
2.41	2.6992	0.2892	12.00

Fuente Tesis 2015.

Como se puede observar en el cuadro N° 8, se muestra una misma cantidad porcentual de humedad ganada durante las 24 horas de exposición de forma porcentual ya que en base a incremento de peso se observar que existe una ganancia de peso en cada una de ellas, esto va a estar influenciada en la cantidad de burbujas de aire que hayan quedado dentro del ladrillo, lo cual, ha dejado con un alto grado de porosidad por lo que la cantidad de humedad no tiende a ser mayor ya que existe una gran movilidad de aire dentro de ella, lo que hace que la humedad tienda a disminuir, debiéndose posiblemente

a este efecto, muy diferente al de las arcillas cuya subida es muy lenta por la falta de porosidad, razón por la cual, a los ladrillos de arcilla hay que mojarlos previamente antes de someterlos a trabajo de albañilería.

Calculamos la absorción de cada Tratamiento con la siguiente expresión:

$$Absorción\% = 100\frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

Dónde:

Wd = Peso seco del espécimen.

Ws = Peso del espécimen saturado, después de la inmersión en agua fría durante 24 horas.

Cuadro N° 9. Nivel de Absorción de los tratamientos en estudio

Tratamiento	% ABSORCION
TI	10.71428571
T2	10.71428571
T3	10.71428571
T4	10.71428571

Como se puede observar, el porcentaje de absorción de los tratamientos es similar por lo ya sustentado en el cuadro N° 9, en ella se observa que existe una aproximación a lo calculado, es decir que el nivel de humedad que puede alcanzar los ladrillos es alto, lo cual, genera una unidad de albañilería de muy baja calidad, pero que puede tener cierta

resistencia al interperismo, ya que su valor es inferior al 22% que se considera a las arcillas adecuadas para estar a la intemperie.

4.3 EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA (Kg)

La variable está referida a la capacidad de carga de cada uno de los ladrillos, según a la prueba a la cual fueron sometidos, peso que puede soportar los ladrillos al ser sometidos a esta prueba, mostrándonos los datos en el cuadro n°10, así como el C.V. de 11.37% para esta variable, la que nos indica confianza en la toma de la información.

Cuadro N° 10. Capacidad de Carga (Kg)

ANVA	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	4,545	3	1,515	5,814	,011
Error	3,127	12	,261		
Total corregida	7,672	15			

En cuadro N° 10, se muestra la existencia de alta significancia estadística entre tratamientos, ya que el valor de la significancia 0.011 es menor que el valor del alfa utilizado de 0.05.

Con el fin de observar la existencia de diferencias entre los tratamientos se sometió a la prueba de Duncan de las medias de los tratamientos.

Cuadro N° 11. Prueba de Duncan de Capacidad de Carga de los ladrillos (Kg)

Variables	Tratamiento	N	Subconjunto	
			1	2
Duncan[a,b]	T1	4	5,5340	
	T4	4		6,5910
	T3	4		6,7613
	T2	4		6,8753
	Sig.		1,000	,468

Fuente: Tesis 2014.

El cuadro N°11, se muestra la existencia de dos grupos, en ella se observa que el tratamiento T1 soporto una carga de 5,53 Ton., siendo muy inferior a la soportada por los tratamientos T4, T3 y T2, donde cada una de ellas recibió una carga de 6.5, 6.76 y 6.87 Ton., siendo la que mostro mayor resistencia el Tratamiento T2 con 6.87 Ton. Esto nos muestra que la composición del ladrillo en base 75% cemento; 15%CA, 10%CCA, se comportó de manera superior a los demás tratamientos que poseen mayor y menores concentraciones, ya que los rangos de comprensión están dentro de los rangos establecidos por la norma técnica peruana RNE E-070 ALBAÑILERIA, Capitulo 5: Resistencia de Prismas de Albañilería y NTP 399.605 (Referencia 5), UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería

4.4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS

La variable está referida al peso que puede soportar los ladrillos al ser sometidos a esta prueba, donde se ve la flexibilidad y resistencia de los ladrillos, mostrándonos los datos en el cuadro N° 12, así como el Coeficiente de variación de 8.7% para esta variable, la que nos indica confianza en la toma de la información.

Cuadro N° 12. Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)

ANVA	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	22,813	3	7,604	5,237	,015
Error	17,425	12	1,452		
Total corregida	40,238	15			

Fuente. Tesis 2015.

Como se observa en el Cuadro N° 12, existe una alta significancia estadística entre tratamiento ya que la significancia 0.015 es inferior al alfa del trabajo 0.05, con la finalidad de observar la existencia de diferencias entre los tratamientos se sometió a la prueba de Duncan de las medias de los tratamientos.

Cuadro N° 13. Prueba de Duncan de Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)

Variables	Tratamiento	N	Subconjunto	
			1	2
Duncan[a,b]	T1	4	17,0750	
	T4	4		19,6000
	T2	4		19,6500
	T3	4		20,1250
	Sig.		1,000	,569

Fuente: Tesis 2015.

En el Cuadro N° 13, se observa la existencia de dos grupos heterogéneos entre sí, se observa una alta significancia estadística para ambos grupos ya que las significancias son mayores al alfa utilizado de 0.05, en la prueba se observa que la mayor resistencia la obtuvo T3 con 20,1250 (Kg/cm^2), siendo similares los tratamientos T2 y T4 19,65 y 19,60 Kg/cm^2 respectivamente, diferente al tratamiento T1 que fue el que menor resistencia presente con 17,07 Kg/cm^2.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. De los cuatros tratamientos en estudio T1 : 85%cemento; 10%CA, 5%CCA (5.00 Kg cemento; 3.5 Kg CA, 1.50 Kg CCA), T2 75%cemento; 15%CA, 10%CCA (5.75 Kg cemento; 3.0 Kg CA, 1.25 Kg CCA), T3 : 65%cemento; 20%CA, 15%CCA (6.25 Kg cemento; 2.5 Kg CA, 1.25 Kg CCA) y T4 : 55%cemento; 25%CA, 20%CCA (6.75 Kg cemento; 2.0 Kg CA, 1.25 Kg CCA); 10. se sometieron a pruebas de Humedad, Absorción, Carga y Comprensión con el fin de observar el comportamiento de cada una de ellas.
2. Los cuatro tratamientos se comportaron de la misma forma en el incremento de humedad, proceso basado en poner por 24 horas en agua a los ladrillos, tras un proceso previo de secado; donde T1, T2, T3 y T4 muestran una ganancia de humedad del 12% de forma similar, esto está influenciada por el contenido de cascarilla de arroz en los ladrillos, la cual actúa creando poros dentro de los mismos por donde el aire circula generando procesos de evaporación, e influye en el incremento de la humedad.
3. El nivel de absorción en los cuatro tratamiento fue similar con el 10.7% de humedad respectivamente, lo cual muestra que está a sido afectado por el grado de porosidad de los ladrillos desmejorando su calidad, pero por su porcentaje de humedad puede ser considerado como un ladrillo útil para zonas expuestas a la intemperie por su facilidad en ganar humedad y en perderla.

4. En cuanto a la capacidad de carga, el tratamiento que presento mejor comportamiento fue el tratamiento T2 con el 6,8 Ton, antes de la deformación y/o ruptura del ladrillo, siendo el peor el T1 con la carga mínima de 5.5 Ton.
5. En cuanto a la resistencia a la comprensión el mejor tratamiento fue el T3 con 20,1250 Kg/m^2, y el que menor resistencia tuvo T1 con 17,0750.
6. Basado en la Normatividad, Norma E.070, NTP 399.613, NTP 399.605; estos ladrillos tienen una clasificación TIPO LADRILLO I ya que la compresión en menor a 50Kg/m^2, resistencia y durabilidad muy bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Elaborar ladrillos ecológicos usando como aditivo la cascarilla de arroz molida con ceniza calcinada o, plástico triturado ya que mientras las partículas sean más diminutas la compactación y homogenización en la mezcla, tendrá mejor terminación facilitando el proceso de fabricación de los ladrillos ecológicos.

2. Diseñar diferentes formas o tipos de moldes donde el espacio sea controlado y manejado en la cual, se elaboraran los ladrillos ecológicos dándoles formas y diseños múltiples a desear.

3. Compara en duración con productos clásicos usados en las construcciones mejoradas y evaluar el comportamiento de los ladrillos ecológicos.
4. Evaluar el aspecto económico y ambiental de su uso a nivel familiar y comercial, con el fin de masificar su uso.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ACUERDO NACIONAL (2002).** Alejandro Toledo Manrique, Presidente Constitucional de la República, el 22 de Julio del 2002.Impreso en los talleres de Biblos S.A. Jesús María, Lima – Perú**.**
2. **CASADO, PIÑEIRA. (2005).** Producción más Limpia en ladrilleras de Arequipa y Cusco. Diagnostico situacional. PRAL. Lima – Perú**.**
3. **DOCKWEILER J. (1999).** La Triste historia de las ladrilleras que envilecen nuestro aire. La Paz – Bolivia.
4. **DIAGNOSTICO SECTORIAL DE LA INDUSTRIA LADRILLERA EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR. (2013).** Esta publicación forma parte del proyecto ejecutado por la Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR) y el Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales (CNPMLTA), bajo el Proyecto No. 19-6-0095-0-2012.

   La información contenida en este documento es resultado del trabajo desarrollado por CORPOCESAR y el CNPMLTA, por lo cual no se autoriza su uso comercial.
5. **DECRETO LEGISLATIVO. N° 757:** "Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada".b13/11/1991.
6. **DECRETO SUPREMO N° 012-2009-MINAM.**
7. **DECRETO LEGISLATIVO. Nº 17752:** “Ley General de Aguas y sus Reglamentos”.
8. **DECRETO SUPREMO N° 057-2004 PCM.** ”Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos N°27314. 24/07/2004.
9. **DECRETO LEGISLATIVO N° 613,** Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (08/09/90).

10. **GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA LADRILLERAS ARTESANALES - GBPL. (2009).**
11. **LEY GENERAL DEL AMBIENTE (28611).**
12. **LEY 23407: "LEY GENERAL DE INDUSTRIA"**
13. **LEY Nº 26842: "LEY GENERAL DE LA SALUD".** 20/07/1997
14. **LEY Nº 26842: "LEY GENERAL DE LA SALUD".** 20/07/1997
15. **LEY Nº 27314**: **"LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS".** 21/07/2000
16. **LEY 26821: "LEY ORGÁNICA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES".** 26/06/1997.
17. **MANUAL PARA PRODUCTORES DE LADRILLOS Y PROMOTORES DE DESARROLLO RURAL.** "Técnicas de construcción de hornos artesanales para quema de ladrillos" desarrollado en noviembre de1999 en Riobamba, con participación del ITACAB y SENCICO de Perú; ESPOL, ESPOCH, SECAP Y FEDETA de Ecuador y CORPOTUNA de Colombia, así como las sugerencias del TDG del Reino Unido.
18. **REGLAMENTO DE ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO D.S.N°085-2003-PCM**
19. **SIÑANI. Et. al. (2005).** Problemática ambiental producida por las ladrilleras. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
20. **UNIFICACIÓN DE NORMATIVAS ESPAÑOLAS. 2003.** Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería-Parte 1: Piezas de arcilla cocida, UNE EN 771-1.
21. **UNIFICACIÓN DE NORMATIVAS ESPAÑOLAS. 2002.** Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería -Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión, UNE EN 772-1.

22. **UNIFICACIÓN DE NORMATIVAS ESPAÑOLAS. 2000.** Cemento-Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos, UNE EN 197-1.

23. **UNE-EN 772-1:** Determinación de la resistencia a compresión.

24. **UNE-EN 772-11:** 2001/ A1. Determinación de la absorción de agua.

25. **BDA, 2008. BRICK DEVELOPMENT ASSOCIATION.** Accesses on the 28/7/2008 http://www.brick.org.uk/industry-sustainability.html.

26. **BUSTOS, G. 2001.** Pliego de Prescripciones Técnicas para Obras de Carreteras y Puentes. (PG-3), Ediciones Liteam.

27. **C. GALÁN-MARÍN, C. RIVERA-GÓMEZ, J. PETRIC.** Clay-based composite stabilized with natural polymer and fibre. Construction and Building Materials 24 (2010) 1462-1468.

28. **CABO LAGUNA, MARIA (2011),** Ladrillo ecológico. Universidad pública de Navarra. UPNA. España.

29. **RAASK. E. 1975.** Pozzolanic activity of pulverized fule ash. Cement and Research Concrete. 5 (4), 363-375.

30. **OTI, J.E., KINUTHIA, J.M., BAI, J., 2008.** Using slag for unfired-clay masonry bricks. Proceedings of ICE, Journal of Construction Materials 161 (4) 147–155. doi:10.1680/coma.2008.161.4.147.

31. **Oti, J.E., Kinuthia, J.M., Bai, J., 2009.** Engineering properties of unfired clay masonry bricks. Engineering Geology 107 (2009) 130-139.

32. **http://www.enbuenasmanos.com/ladrillos-ecologicos**

33. **BDA, 2008.** Brick Development Association. {online) accesses on the 28/7/2008 http://www.brick.org.uk/industry-sustainability.html.

A N E X O S

ANEXO 01

Peso seco Ladrillo Kg

Repetición	T1	T2	T3	T4
1	1.911	2.344	2.277	1.8
2	2.841	2.335	2.742	2.129
3	2.317	2.377	2.249	2.216
4	2.752	2.323	1.823	2.41
Total	9.821	9.379	9.091	8.555
$\bar{X}$	2.46	2.34	2.27	2.14

ANEXO 02

Resistencia a la compresión Kg/cm²

Repetición	T1	T2	T3	T4
1	17.6	19.6	18.3	20.3
2	16.2	19.7	19.6	18.9
3	18.3	19.6	23	20.3
4	16.2	19.7	19.6	18.9
Total	68.3	78.6	80.5	78.4
$\bar{X}$	17.08	19.65	20.13	19.60

ANEXO 03

Resistencia a la Carga Kg

Repetición	T1	T2	T3	T4
1	5.09	6.591	6.136	6.818
2	5.455	6.592	6.591	6.364
3	6.136	6.593	7.727	6.818
4	5.455	6.591	6.541	6.364
Total	22.136	26.367	26.995	26.364
$\bar{X}$	5.53	6.59	6.75	6.59

ANEXO 04

Peso húmedo Ladrillo Kg

Repetición	T1	T2	T3	T4
1	2.14032	2.62528	2.55024	2.016
2	3.18192	2.6152	3.07104	2.38448
3	2.59504	2.66224	2.51888	2.48192
4	3.08224	2.60176	2.04176	2.6992
Total	10.99952	10.50448	10.18192	9.5816
$\bar{X}$	2.75	2.63	2.55	2.40

ANEXO 5

MOLEDORA DE CASCARILLA DE ARROZ

Fig. A

Fig. B

ANEXO 06

CASCARA DE ARROZ

ANEXO 07

CENIZA CALZINADA DE ARROZ

ANEXO 08

MOLDES PARA LA ELABORACION DE LOS LADRILLOS

ANEXO 09

PROCESO DE MOLER LA CASCARILLA DE ARROZ

Fig. A

Fig. B

ANEXO 10

PROCESO DE MEZCLA

Fig. A

Fig. B

ANEXO 11

ELABORACION DE LADRILLOS

Fig. A

Fig. B

ANEXO 12

PROCESO DE HUMEDAD DE LOS LADRILLO

Fig. A

Fig. B

ANEXO 13

MAQUINA PARA MEDIR PRESION Y COMPRESION

ANEXO 14

LADRILLOS SELECCIONADOS PARA LA EVALUACION

ANEXO 15

COMPRESION DE LOS LADRILLOS

Fig. A

Fig. B