



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA
AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMIA**



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN GESTION AMBIENTAL

**ELABORACION DE UNA MEZCLA CEMENTICA Y
AGREGADOS DE PLÁSTICO RECICLADOS, PARA FABRICAR
LADRILLOS ECOLOGICOS. LORETO – 2014**

T E S I S

Para optar el título profesional de

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Presentado por

ALFONSO JUNIOR VALLES VARGAS

Bachiller en Gestión Ambiental

IQUITOS – PERÚ

2 0 1 6



UNAP

**FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
EN GESTION AMBIENTAL**



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En Iquitos, a los 01 días del mes de OCTUBRE del dos mil quince, a horas 8:00 P.M. el Jurado designado por la Escuela de Formación Profesional, intergrado por los Señores Miembros que a continuación se indica:

Ing. JORGE AGUSTÍN FLORES MALAVERRY	PRESIDENTE
Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, M.Sc.	MIEMBRO
Ing. GIORLY GEOVANNI MACHUCA ESPINAR, M.Sc.	MIEMBRO

Se constituyeron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, para escuchar la sustentación de la Tesis titulada: **ELABORACIÓN DE UNA MEZCLA CEMENTICA Y AGREGADOS DE PLÁSTICO RECICLADOS, PARA FABRICAR LADRILLOS ECOLÓGICOS, LORETO – 2014**, presentado por el Bachiller en Gestión Ambiental ALFONSO JUNIOR VALLES VARGAS, para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL** que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

Después de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIAMENTE

El Jurado después de las deliberaciones correspondientes en privado, llegó a las siguientes conclusiones:

La Tesis ha sido APROBADA POR UNANIMIDAD

Siendo las 09:25 P.M. se dio por terminado el acto FELICITANDO al sustentante por su trabajo.


Ing. JORGE AGUSTÍN FLORES MALAVERRY
Presidente


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


Ing. GIORLY G. MACHUCA ESPINAR, M.Sc.
Miembro

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA E GESTION AMBIENTAL

Tesis aprobada en sustentación pública el día 01 de octubre del 2015, por el Jurado nombrado por 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. GIORLY GEOVANNI MACHUCA ESPINAR, M.Sc.
Miembro

Ing. JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, Dr.
Asesor

Ing. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr.
Decano



DEDICATORIA

A **Dios** y a mi abuelo **ALFONSO VARGAS**

RENGIFO que está en el cielo junto a él guiando mi camino y dejarme culminar mis estudios profesionales con satisfacción y bendiciones.

A mi madre **IRIS ROSSANA VARGAS ZUMAETA**, por brindarme su amor, cariño y apoyo incondicional, alentándome siempre y en cada momento para salir adelante sin desanimó.

A mi tío **JOHNNY REX VARGAS ARAUJO**, por todo el apoyo y los consejos que me llevaron a ser el profesional que soy ahora.

A mis hermanos **JIMMY, DANIEL, ANGELA VALLES VARGAS**, y a toda mi familia en general por brindarme sus apoyo y estar en los momentos que más necesite a todos ellos dedico este gran paso en mi vida.

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 familia Vásquez Flores, por el gran cariño y aprecio que tienen hacia mi familia.

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.
INDICE GENERAL .....	.05
INDICE DE CAUDROS .....	.06
INDICE DE ANEXOS .....	.07
INTRODUCCIÓN .....	.08
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	.09
1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLE .....	.09
1.1.1 Problema .....	.09
1.1.2 Hipótesis .....	.09
Hipótesis general.....	.09
1.1.3 Variables .....	.10
1.1.4 Operacionalización de las variables .....	.10
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	.11
1.2.1 Objetivo general .....	.11
1.2.2 Objetivos específicos .....	.11
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	.11
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....	.13
2.1 CARACTERIZACIÓN GENERALES DE LA ZONA .....	.13
2.1.1 Localización .....	.13
2.1.2 Clima y ecología.....	.13
2.2 METODOS .....	.14
2.2.1 Tipo de investigación.....	.14
2.2.2 Diseño de la investigación.....	.15
2.2.3 Etapas de la investigación.....	.15
2.2.4 Procedimiento de la investigación.....	.16
2.2.5 Técnica de análisis estadístico empleado .....	.18
CAPITULO III: REVISIÓN DE LITERATURA.....	.19
3.1 MARCO TEÓRICO.....	.19
3.2 MARCO CONCEPTUAL.....	.30
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	.31
4.1 EVALUACIÓN DEL PESO SECO DE LOS LADRILLOS .....	.31
4.2 PESO HÚMEDO DE LOS LADRILLOS.....	.32
4.3 EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA (Kg).....	.35

4.4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS LADRILLOS	37
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
5.1 CONCLUSIONES	39
5.2 RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFIA	42
ANEXOS	45

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 01. Operacionalización de las variables	10
Cuadro N° 02. Análisis de Variancia DCA	18
Cuadro N° 03. Clases Estructurales de Ladrillos	18
Cuadro N° 04. Peso seco de los Ladrillos	31
Cuadro N° 05. Prueba de Duncan peso seco de los ladrillos	32
Cuadro N° 06. Peso Húmedo de los Ladrillos (Kg)	33
Cuadro N° 07. Prueba de Duncan para Peso Húmedo de los Ladrillos (Kg)	33
Cuadro N° 08. Diferencia entre peso seco y peso Húmedo de los ladrillos y guanacia porcentual de humedad a las 24 horas de inmersión	34
Cuadro N° 09. Nivel de Absorción de los tratamientos en estudio	35
Cuadro N° 10. Capacidad de Carga (Kg)	36
Cuadro N° 11. Prueba de Duncan de Capacidad de Carga de los ladrillos (Kg)	36
Cuadro N° 12. Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	37
Cuadro N° 13. Prueba de Duncan de Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	38

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01. Peso seco Ladrillo Kg.....	46
Anexo 02. Resistencia a la compresión kg/cm ²	46
Anexo 03. Resistencia a Carga (Kg)	46
Anexo 04. Peso húmedo Ladrillo Kg	46
Figura 01. Recolección de residuos sólidos	47
Figura 02. Segregación los residuos sólidos.....	47
Figura 03. Plástico reciclado	48
Figura 04. Moledora industrial de plástico reciclado.....	48
Fig. A- Trituradora industrial para plástico.....	48
Fig. B- Cuchillas trituradora industrial.....	49
Figura 05. Proceso de triturado	49
Figura 06. Plástico triturado.....	50
Figura 07. Proceso de cernido	50
Fig. A. Cernido	50
Fig. B. Resultado del cernido	51
Figura 08. Molde para la elaboración de los ladrillos ecológicos	51
Figura 09. Elaboración de ladrillos	52
Figura 10. Proceso de curado	52
Figura 11. Ladrillos terminados	53
Figura 12. Maquina para medir presión y compresión	53
Figura 13. Modelo ladrillo King Kong.....	53

INTRODUCCIÓN

La disposición final de los residuos de las ciudades constituye un problema de difícil solución. Actualmente los residuos urbanos son en su mayor parte enterrados lo cual no constituye una alternativa muy racional, desde un punto de vista económico ni tampoco ambiental adecuado, ya que el tiempo que demora el proceso de descomposición de los residuos es variable según el tipo de material, siendo sumamente lento para el caso de los plásticos.

Se pretende concienciar que el desarrollo de una ingeniería más sostenible es posible mediante la bioconstrucción, 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.

Sostenible desde un aspecto en que, se desarrolla 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 estrujadoras manuales, basados en un simple mecanismo hidráulico que no requiere de grandes avances tecnológicos.

Bajo este escenario, la elaboración del ladrillo plástico busca revertir el impacto contaminante de los residuos sólidos no degradables y altamente contaminantes como el plástico, y a la vez ser materia prima para la obtención de un ladrillo sin depredar agua, contaminar aire y talar árboles, busca ser accesible al usuario de menor poder adquisitivo por lo económico de su valor y costo.

En tal sentido, el presente trabajo de investigación, pretende generar una tecnología básica para elaborar ladrillos de plástico de una mezcla cementica y plástico reciclado, que a la vez permita obtener un material con características técnicas, en base a la normativa nacional existente para estos productos. NTC (Normas técnicas peruana).

CAPITULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLE

1.1.1 Problema

El eco ladrillo o ladrillo ecológico, 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 siguiente **¿La elaboración de ladrillos plásticos con mezcla cementica contribuirá a disminuir la presión sobre el agua, aire y árboles y disminuir el proceso de contaminación ambiental por estos residuos inorgánicos?**

1.1.2 Hipótesis

Hipótesis general

La elaboración de ladrillos con agregados de plásticos, contribuye a mejorar el impacto de estos residuos inorgánicos al ambiente y genera un producto de bajo coste y adecuado rendimiento para la construcción de viviendas.

1.1.3 Variables

- **Variable Independiente:**

X1. Ladrillos de residuos sólidos inorgánicos (plásticos) y mezcla cementica.

- **Variables Dependientes:**

Y1: Caracterización de los residuos inorgánicos utilizados en el trabajo.

Y2: Relación mezcla cementica

Y3. Caracterización física - mecánica

Y4. Formas de uso.

1.1.4 Operacionalización de las variables

Cuadro N° 01. Operacionalización de las variables

VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES	ÍNDICES
X1: Ladrillos de Residuos sólidos Inorgánicos (plásticos), y mezcla cementica.	1. Formas de ladrillo	<ul style="list-style-type: none"> - NTP 331.040:2006 - NTP 331.017:2003 - NTN ITINTEC 331.018
	2. Tipos de ladrillos	
VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES	ÍNDICES
Y1: Caracterización de los residuos inorgánicos usados en el trabajo. (PLASTICO)	<ol style="list-style-type: none"> 1. TIPO DE PLASTICO 2. PET. Polietileno Tereftalato 3. PEAD. Polietileno de Alta Densidad. 4. PVC. Cloruro de Polivinilo. 5. PEBD. Polietileno de Baja Densidad. 6. PP .Polipropileno. 7. PS. Poliestireno 	KG/UNIDAD DE LADRILLO
Y2: Relación mezcla cementica	Relación de mezcla de cada uno de los componentes	<ul style="list-style-type: none"> - Platico según tipo Kg/Unidad ladrillo. - Cemento Kg/Unidad ladrillo. - Sika Kg/Unidad de ladrillo - Agua
Y3: Caracterización física - mecánica	Ladrillo elaborado con plástico reciclado	Uniformidad dimensional y Determinación de la masa. <ul style="list-style-type: none"> • Peso unitario y absorción de agua. • Módulo de rotura. • Análisis esfuerzo – deformación. • Resistencia a la compresión. • Análisis térmico.
Y4: Formas de uso.	Tipo de construcción	<ul style="list-style-type: none"> - Canto uni/metro lineal - Canto Uni/metro Lineal-

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar ladrillos plásticos de mezcla cementica mediante la incorporación de residuos plásticos procedentes de residuos sólidos inorgánicos domiciliarios y con bajo coste energético y económico.

1.2.2 Objetivos específicos

- Aprovechar los residuos sólidos plásticos de los residuos sólidos inorgánicos urbanos.
- Eliminar el impacto medio ambiental que provocan los residuos plásticos.
- Minimizar el gasto energético en el proceso de elaboración de los ladrillos: disminuyendo la energía utilizada de compactación y eliminando de la cocción.
- Realización de ensayos normalizados en laboratorios, a fin de establecer propiedades físicas - mecánicas.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Se desarrolló 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 inorgánicos (plásticos) procedentes de residuos sólidos inorgánicos domiciliarios que suponen millones de toneladas al año en todo el mundo, lo que implicaría la reducción de un gran impacto socio ambiental ya que su disposición final no es la adecuada.

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

inorgánicos (plásticos) 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 Vacunos; 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 y ecología

Climáticamente la zona se caracteriza por ser cálida, tropical y húmeda durante todo el año. El régimen de precipitación presenta valores de 2600 a 3000 mm/año¹, distribuidos de tal forma que no hay un período seco extenso, y casi ningún mes con precipitación menor de 100 m.m.

Las mayores precipitaciones ocurren en el mes de abril y las menores en julio-agosto. En cuanto a las temperaturas, los meses más calientes ocurren a finales del invierno, con mínimas medias de 20-23°C y máximas entre 30 - 33°C. Las medias anuales oscilan en torno a los 27°C, y las máximas absolutas históricas llegan a alcanzar los 40°C. La variación diaria de la temperatura oscila entre 10 y 12°C, lo que es mucho mayor que la variación anual, que apenas llega a ser de 1 a 2°C. (Paredes, 2012).

Suelos

De acuerdo a su origen existe cuatro grupos de suelo: aluviales recientes, derivados de sedimentos fluviónicos recientes y ubicados en terrazas bajas, distribuidos a lo largo de los ríos principales; aluviales antiguos, ubicados en terrazas altas y medias, lomadas y colinas bajas denudacionales. (Escobedo 2012).

Taxonómicamente están identificados cuatro órdenes de suelos entisoles, inceptisoles y spodosoles e histosoles; de las cuales se determinaron siete subórdenes, 10 grandes grupos y 10 subgrupos de suelo.

Edáficamente se identificaron 30 series de suelos divididos en 24 consociaciones y 5 asociaciones de suelos, además se ha reconocido una unidad de áreas misceláneas. (Escobedo 2012).

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Tipo de Investigación

El estudio pertenece a una investigación descripta experimental. La metodología integrada implica la ejecución inter.-disciplinaria y grupal de tareas de gabinete y campo, con evaluaciones cíclicas capaces de ir generando un retorno para retro-alimentación de la investigación. (Berretta, 1987).

2.2.2 Diseño de la Investigación

El proyecto de investigación es 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.
- ✓ Se procedió con la fabricación, tomando como variables:
Dosificación de materiales, granulometrías, tipo de materiales, procedimientos de elaboración, formas de compactación, métodos de curado, y diseño morfológico de componentes.

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 plástico reciclado fue la siguiente:**

- a) Se realizó el triturado del plástico en una trituradora de plástico de 250Hp de potencia, en la (chatarrería Pérez) de propiedad del señor Huber Pérez, ubicado en el Km. 04 carretera, Iquitos Nauta.

Trituradora industrial



b) Se realizó el preparado de la mezcla para tal fin se utilizó las siguientes concentraciones en base a 14 Kg:

T1: 7.00 Kg cemento; 7.00 Kg de plástico triturado.

T2: 10.5 Kg cemento; 3.5 Kg de plástico triturado.

T3: 12.25 Kg cemento; 1.75 Kg de plástico triturado.

T4: 12.60 Kg cemento; 1.40 Kg de plástico triturado.

c) Se procedió a realizar la mezcla adicionando el cemento, y el plástico, la cual previamente se trituró para tener una mejor compactación, se adicionó agua de forma cuidadosa, con el fin de lograr la cohesión de los agregados.

d) 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.

e) Se obtuvo sobre la base de 14 Kg de mezcla la cantidad de ladrillos para:

T1: Se obtuvo 8 ladrillos

T2: Se obtuvo 8 ladrillos

T3: Se obtuvo 5 ladrillos

T4: Se obtuvo 5 ladrillos

f) 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

T1: (1 : 1), T1 : 7.00 kg cemento; 7.00 kg plástico triturado

T2: (1.5 : 0.5), T2 : 10.5 kg cemento; 3.5 kg plástico triturado

T3: (1.75 : 0.25), T3 : 12.25 kg cemento; 1.75 kg plástico triturado

T4: (1.80 : 0.20), T4 : 12.60 kg cemento; 1.40 kg plástico triturado

ANVA DEL DISEÑO A UTILIZAR

Cuadro N° 02. Análisis de Variancia DCA

FV	GRADOS DE LIBERTAD	
TRATAMIENTO	$t - 1 = 4 - 1$	3
ERROR	$t (r - 1) = 4 (3 - 1)$	8
TOTAL	$(rt) - 1 = (3 \times 4) - 1$	11

Fuente: Tesis 2015.

Cuadro N° 03. Clases Estructurales de Ladrillos

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/cm ²) 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

Normatividad Ambiental sobre Residuos sólidos

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.

Política Nacional del Ambiente

La Política Nacional del Ambiente se presenta a la ciudadanía en cumplimiento del mandato establecido en el artículo 67º 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 N° 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 N° 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 102°. 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 ser 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 de los 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 m³/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.

Uso de plásticos en la producción de ladrillos.

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)**.

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 ladrillos ecológicos 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 el mal manejo de residuos sólidos inorgánicos (plástico), y a la necesidad de aumentar la calidad medio ambiental. En la elaboración de ladrillos ecológicos, de esta forma se elimina colateralmente el impacto ambiental que éste produce. **(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).**

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 1200°C. 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 inocua. (<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.

Los plásticos se caracterizan por una relación resistencia densidad alta, unas propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y 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 (se ablandan con el calor), mientras que las entrecruzadas son termo endurecibles (se endurecen con el calor)” **QUÍMICA I**, Sistemas materiales. Estructura de la materia. Transformaciones químicas, Editorial Santillana, POLIMODAL, varios autores, noviembre de 1999.

Los plásticos se caracterizan por una relación resistencia densidad alta, unas propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y 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 (se ablandan con el calor), mientras que las entrecruzadas son termo endurecibles (se endurecen con el calor)”

<http://www.monografias.com/trabajos5/estat/estat.shtml>.

Códigos recomendados por el Plastic Bottle Institute

TIPO / NOMBRE	CARACTERÍSTICAS	USOS / APLICACIONES
 <p>PET Poliétileno Tereftalato</p>	Se produce a partir del Ácido Tereftálico y Etilenglicol, por poli condensación; existiendo dos tipos: grado textil y grado botella. Para el grado botella se lo debe post condensar, existiendo diversos colores para estos usos.	Envases para gaseosas, aceites, agua mineral, cosmética, frascos varios (mayonesa, salsas, etc.). Películas transparentes, fibras textiles, laminados de barrera (productos alimenticios), envases al vacío, bolsas para horno, bandejas para microondas, cintas de video y audio, geotextiles (pavimentación /caminos); películas radiográficas.
 <p>PEAD Poliétileno de Alta Densidad</p>	El polietileno de alta densidad es un termoplástico fabricado a partir del etileno (elaborado a partir del etano, uno de los componentes del gas natural). Es muy versátil y se lo puede transformar de diversas formas: Inyección, Soplado, Extrusión, o Rotomoldeo.	Envases para: detergentes, lavandina, aceites automotor, shampoo, lácteos, bolsas para supermercados, bazar y menaje, cajones para pescados, gaseosas y cervezas, baldes para pintura, helados, aceites, tambores, caños para gas, telefonía, agua potable, minería, drenaje y uso sanitario, macetas, bolsas tejidas.
 <p>PVC Cloruro de Polivinilo</p>	Se produce a partir de dos materias primas naturales: gas 43% y sal común (*) 57%. Para su procesamiento es necesario fabricar compuestos con aditivos especiales, que permiten obtener productos de variadas propiedades para un gran número de aplicaciones. Se obtienen productos rígidos o totalmente flexibles (Inyección - Extrusión - Soplado). (*) Cloruro de Sodio (2 NaCl)	Envases para agua mineral, aceites, jugos, mayonesa. Perfiles para marcos de ventanas, puertas, caños para desagües domiciliarios y de redes, mangueras, blister para medicamentos, pilas, juguetes, envolturas para golosinas, películas flexibles para envasado (carnes, fiambres, verduras), film cobertura, cables, cuerina, papel vinílico (decoración), catéteres, bolsas para sangre.
 <p>PEBD Poliétileno de Baja Densidad</p>	Se produce a partir del gas natural. Al igual que el PEAD es de gran versatilidad y se procesa de diversas formas: Inyección, Soplado, Extrusión y Rotomoldeo. Su transparencia, flexibilidad, tenacidad y economía hacen que esté presente en una diversidad de envases, sólo o en conjunto con otros materiales y en variadas aplicaciones.	Bolsas de todo tipo: supermercados, boutiques, panificación, congelados, industriales, etc. Películas para: Agro (recubrimiento de Acequias), envasamiento automático de alimentos y productos industriales (leche, agua, plásticos, etc.). Streech film, base para pañales descartables. Bolsas para suero, contenedores herméticos domésticos. Tubos y pomos (cosméticos, medicamentos y alimentos) tuberías para riego.
 <p>PP Polipropileno</p>	El PP es un termoplástico que se obtiene por polimerización del propileno. Los copolímeros se forman agregando etileno durante el proceso. El PP es un plástico rígido de alta cristalinidad y elevado punto de fusión, excelente resistencia química y de más baja densidad. Al adicionarle distintas cargas (talco, caucho, fibra de vidrio, etc.), se potencian sus propiedades hasta transformarlo en un polímero de ingeniería. (El PP es transformado en la industria por los procesos de inyección, soplado y extrusión/termoformado)	Película/Film (para alimentos, snacks, cigarrillos, chicles, golosinas, indumentaria). Bolsas tejidas (para papas, cereales). Envases industriales (Big Bag). Hilos cabos, cordelería. Caños para agua caliente. Jeringas descartables. Tapas en general, envases. Bazar y menaje. Cajones para bebidas. Baldes para pintura, helados. Potes para margarina. Fibras para tapicería, cubrecamas, etc. Telas no tejidas (pañales descartables). Alfombras. Cajas de batería, paragolpes y autopartes.
 <p>PS Poliestireno</p>	PS Cristal: Es un polímero de estireno monómero (derivado del petróleo), cristalino y de alto brillo. PS Alto Impacto: Es un polímero de estireno monómero con oclusiones de Polibutadieno que le confiere alta resistencia al impacto. Ambos PS son fácilmente moldeables a través de procesos de: Inyección, Extrusión/Termoformado, Soplado.	Potes para lácteos (yoghurt, postres, etc.), helados, dulces, etc. Envases varios, vasos, bandejas de supermercados y rotiserías. Heladeras: contraportas, anaquelos. Cosmética: envases, máquinas de afeitar descartables. Bazar: platos, cubiertos, bandejas, etc. Juguetes, cassetes, blisters, etc. Aislantes: planchas de PS espumado.

3.2 MARCO CONCEPTUAL

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).**

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° 04. Peso Ladrillo/Tratamiento. Mostrándonos un Coeficiente de Variación de 25.3%, lo cual nos indica fiabilidad de los datos, con una variabilidad por efecto de los tratamientos.

Cuadro N° 04. Peso seco de los Ladrillos

ANVA	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	9,168	3	3,056	149,254	,000
Error	,246	12	,020		
Total	9,413	15			

Fuente: Tesis 2015.

En el cuadro N° 04, nos muestra La existencia de una alta significancia estadística entre tratamientos, ya que el valor de la significancia 0.000 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° 05. Prueba de Duncan peso seco de los ladrillos

	Tratamiento	N	Subconjunto			
			1	2	3	4
Duncana ^b	T1	4	2,1278			
	T2	4		2,6550		
	T3	4			3,7375	
	T4	4				3,9625
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: Tesis 2015.

El cuadro N° 05, muestra la prueba de Duncan para la variable Peso seco de Ladrillo, en ella observamos que se muestra 04 grupos, siendo totalmente discrepantes entre sí, donde el tratamiento T1 obtuvo el menor peso con 2.1278 kg, estando en el primer grupo, seguido por el T4 que obtuvo el mejor peso con 3.9625 Kg; esto se corrobora con la significancia alcanzada para esta prueba igual a 1.00 superior al alfa del tratamiento que es igual a 0.05; esto se debe a que en el tratamiento T4 las concentraciones en base al cemento es mayor con respecto a los demás tratamientos, y en otros se baja la cantidad de cemento incrementados el contenido de plástico triturado, esto se realiza con el fin de obtener mayor resistencia de los ladrillos, los cuales de mostraran en la pruebas de compresión en base a la carga respectivamente para cada uno de los tratamientos, concluyendo que los 4 tratamientos son totalmente diferentes entre sí.

4.2 PESO HÚMEDO DE LOS LADRILLOS

Esta variable se muestra la capacidad de absorción de 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 cemento y cantidad de plástico triturado, 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 18 %, la cual nos da confianza en la toma de datos.

Cuadro N° 06. Peso Húmedo de los Ladrillos (Kg)

ANVA	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	5,394	3	1,798	95,359	,000
Error	,226	12	,019		
Total	5,620	15			

Fuente: Tesis 2015.

En Cuadro N° 06 se observa una alta significancia estadística entre tratamientos ya que la significancia 0.00 es inferior al alfa utilizado de 0.05, esto nos indica que los tratamientos son totalmente diferentes entre sí, que la capacidad de retención de cada uno de ellos es totalmente diferente al otro, pues va a estar influenciada a su contenido de cemento y plástico, con el fin de observar estas diferencias sometemos a la prueba de Duncan la cual nos mostrara estas diferencias entre tratamientos.

Cuadro N° 07. Prueba de Duncan para Peso Húmedo de los Ladrillos (Kg)

	Tratamientos	N	Subconjunto		
			1	2	3
Duncan ^{a,b}	T1	4	2,8000		
	T2	4	2,8875		
	T3	4		3,7250	
	T4	4			4,1875
	Sig.		,385	1,000	1,000

Fuente: Tesis 2015.

El cuadro N° 07, nos muestra tres grupos, totalmente heterogéneos entre sí, en ella se observa que el tratamiento T1 y T2 son los que retuvieron menos humedad con respecto al peso inicial, siendo el tratamiento T4 quien obtuvo mayor cantidad de humedad con respecto a su peso inicial estando muy próximo a ella T3; en conclusión los tratamientos se comportaron de forma diferente con respecto al incremento de humedad con respecto a su peso inicial seco.

Cuadro N° 08. 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
1.9	2.8	0.9	47.37
2.1	2.95	0.85	40.48
2.2	2.7	0.5	22.73
2.3	2.75	0.45	19.57
T2PS	T2PH	DIFERENCIA	%HUMEDAD
2.75	3	0.25	9.09
2.6	3	0.4	15.38
2.77	2.8	0.03	1.08
2.5	2.75	0.25	10.00
T3PS	T3PH	DIFERENCIA	%HUMEDAD
3.9	3.8	0.1	2.56
3.8	3.75	0.05	1.32
3.55	3.5	0.05	1.41
3.7	3.85	0.15	4.05
T4PS	T4PH	DIFERENCIA	%HUMEDAD
4.1	4	0.1	2.44
3.95	4.15	0.1	2.53
3.8	4.25	0.45	11.84
4	4.35	0.35	8.75

Fuente Tesis 2015.

Como se puede observar en el cuadro N° 08, se muestra una diferencia porcentual de humedad ganada durante las 24 horas de exposición, en base al incremento de peso se observa que existe ganancia de peso en cada uno de los tratamientos, esto va a estar influenciado 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 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:

W_d = Peso seco del espécimen.

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

Cuadro N° 09. Nivel de Absorción de los tratamientos en estudio

Tratamiento	% ABSORCION
T1	23.21428571
T2	7.986111111
T3	5.316455696
T4	5.489260143

Como se puede observar el porcentaje de absorción de los tratamientos es totalmente diferente entre ellos, 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%, para el caso de T2, T3 y T4, a excepción de T1 cuyo valor de 23% de humedad genera una unidad de albañilería de baja calidad para su uso en zonas que no generan mucha carga y humedad.

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 28.5% para esta variable, la que nos indica baja con influencia de los tratamientos.

Cuadro N° 10. Capacidad de Carga (Kg)

ANVA	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	53,341	3	17,780	75,050	,000
Error	2,843	12	,237		
Total	56,184	15			

En cuadro N°10, se muestra la existencia de alta significancia estadística entre tratamientos, ya que el valor de la significancia 0.00 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)

CARGA					
Duncan ^{a,b}	Tratamiento	N	Subconjunto		
			1	2	3
	T2	4	4,8863		
T1	4	5,2273			
T3	4		7,7270		
T4	4			9,3180	
Sig.			,341	1,000	1,000

Fuente: Tesis 2014.

El cuadro N° 11, se muestra la existencia de tres grupos, en ella se observa que los tratamientos T1 y T2 soportaron una carga de 4.88 y 5.23 TN. respectivamente, siendo muy inferior a la soportada por los tratamientos T3 y T4, donde cada una de ellas recibió una carga de 7.73, y 9.32 TN., siendo la que mostro mayor resistencia el Tratamiento T4 con 9.32 TN. Esto nos muestra que la composición del ladrillo en base a las proporciones T4 (1.8:0.20) equivalente a 12.60 kg cemento y 1.40 kg de plástico triturado fue muy 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, Capítulo 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° 11, así como el Coeficiente de variación de 28.4% para esta variable, la que nos indica confianza media en la toma de la información por efecto de los tratamientos.

Cuadro N° 12. Resistencia a la compresión (Kg/cm²)

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	471,847	3	157,282	75,609	,000
Error	24,963	12	2,080		
Total corregida	496,809	15			

Fuente. Tesis 2015.

Como se observa en el Cuadro N° 12, existe una alta significancia estadística entre tratamiento ya que la significancia 0.00 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/cm²)

	Tratamiento	N	Subconjunto			
			1	2	3	
Duncan ^{a,b}	T2	4	14,5750			
	T1	4	15,5250			
	T3	4		23,0000		
	T4	4			27,7250	
	Sig.			,370	1,000	1,000

Fuente: Tesis 2015.

En el Cuadro N° 13, se observa la existencia de tres 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 T4 con 27,7250 (Kg/cm²), seguido por el tratamiento T3 con 23,000 Kg/cm², diferente al tratamiento T1 y T2 que fueron los que presentaron menor resistencia con 14,5750 y 15,5250 Kg/cm²., respectivamente.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. De los cuatros tratamientos en estudio T1: (1: 1), T1: 7.00 kg cemento; 7.00 kg plástico triturado T2: (1.5: 0.5), T2: 10.5 kg cemento; 3.5 kg plástico triturado, T3: (1.75: 0.25), T3: 12.25 kg cemento; 1.75 kg plástico triturado, T4: (1.80: 0.20). T4: 12.60 kg cemento; 1.40 kg plástico triturado, se sometieron a pruebas de Humedad, Absorción, Carga y Comprensión con el fin de observar el comportamiento de cada una de ellas.
3. Los cuatro tratamientos se comportaron de forma totalmente diferente en el incremento de humedad, proceso basado en poner por 24 horas en agua a los ladrillos, tras un proceso previo de secado; donde T4, y T3 muestran una ganancia de humedad del 5% de forma similar, esto está influenciada por la compactación de los ladrillos por el contenido de cemento en ellos, que los hace de baja calidad, en comparación a los tratamientos T1 y T2 en los cuales el contenido de concreto es menor y mayor contenido de plástico es mayor donde el contenido de humedad es mayor caso T1 con el 23%.
4. El nivel de absorción en los cuatro tratamiento fue totalmente diferente altamente discrepantes entre sí, con valores que van de 23% para T1, 8% para T2, 5.3% para T3 y T4 con 5.5% de humedad respectivamente, lo cual muestra que está a sido afectado por el grado de compactación del cemento donde el nivel de porosidad es bajo de los ladrillos desmejorando su calidad, pero por su bajo porcentaje de humedad; aquellos ladrillos cuya humedad supere el 22% puede ser considerado como un ladrillo útil para zonas expuestas a la intemperie por su facilidad en ganar humedad y en perderla.

5. En cuanto a la capacidad de carga, el tratamiento que presento mejor comportamiento fue el tratamiento T4 con el 9,32 Ton, antes de la deformación y/o ruptura del ladrillo, siendo el peor el T2 con la carga mínima de 4.87 Ton.
6. En cuanto a la resistencia a la compresión el mejor tratamiento fue el T4 con 27,7250 Kg/m², y el que menor resistencia tuvo T2 con 14,5750 Kg/m².
7. 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 es menor a 50 Kg/m², resistencia y durabilidad muy bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Al elaborar los ladrillos ecológicos a partir de plástico triturado se recomienda que las partículas sean las más pequeñas posibles, ya que estas facilitaran la homogenización de la mezcla la cual nos dará mejor consistencia por la cual el acabado de los ladrillos ecológicos será mejor.
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. Evaluar el aspecto social, económico, ambiental con el fin de darle un uso comercial a este producto.
4. Implementar un sistema de manejo de residuos sólidos en la universidad con el fin de dar alternativas de solución a esta problemática.

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.
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. N° 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 PARA LLADRILLERAS ARTESANALLES - GBPL. (2009).**
11. **LEY GENERAL DEL AMBIENTE (28611).**
12. **LEY 23407: "LEY GENERAL DE INDUSTRIA"**
13. **LEY N° 26842: "LEY GENERAL DE LA SALUD". 20/07/1997**

14. **LEY N° 26842: “LEY GENERAL DE LA SALUD”**. 20/07/1997
15. **LEY N° 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 de 1999 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**. Accessed 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>.
34. **PAREDES, M. (2012).** Clima, documento temático. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, convenio entre el IIAP y DEVIDA. Iquitos – Perú.
35. **ESCOBEDO, R. TORRES, G. 2012.** Fisiografía, documento temático. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, convenio entre el IIAP y DEVIDA. Iquitos – Perú.

ANEXOS

Anexo 01. Peso seco Ladrillo Kg

Repetición	T1	T2	T3	T4
1	1.9	2.75	3.9	4.1
2	2.1	2.6	3.8	3.95
3	2.2	2.77	3.55	3.8
4	2.3	2.5	3.7	4
Total	8.5	10.62	14.95	15.85
\bar{X}	2.125	2.655	3.748	3.963

Anexo 02. Resistencia a la compresión kg/cm²

Repetición	T1	T2	T3	T4
1	18.9	15.6	23.0	28.4
2	16.2	14.9	23.0	27.1
3	13.5	12.9	23.0	27.7
4	13.5	14.9	23.0	27.7
Total	61.1	58.3	92	110.9
\bar{X}	15.525	14.575	23	27.725

Anexo 03. Resistencia a Carga (Kg)

Repetición	T1	T2	T3	T4
1	6,364	5,227	7,727	9,545
2	5,455	5,000	7,727	9,091
3	4,545	4,318	7,727	9,318
4	4,545	5,000	7,727	9,318
Total	20.909	19.545	30.908	37.269
\bar{X}	5.227	4.886	7.727	9.317

Anexo 04. Peso húmedo Ladrillo Kg

Repetición	T1	T2	T3	T4
1	2.8	3	3.8	4
2	2.95	3	3.75	4.15
3	2.7	2.8	3.5	4.25
4	2.75	2.75	3.85	4.35
Total	11.2	11.55	14.9	16.75
\bar{X}	2.8	2.887	3.725	4.187

Figura 01. Recolección de residuos sólidos



Figura 02. Segregación los residuos sólidos



Figura 03. Plástico reciclado



Figura 04. Moledora industrial de plástico reciclado

Fig. A- Trituradora industrial para plástico



Fig. B- Cuchillas trituradora industrial



Figura 05. Proceso de triturado



Figura 06. Plástico triturado



Figura 07. Proceso de cernido

Fig. A. Cernido



Fig. B. Resultado del cernido



Figura 08. Molde para la elaboración de los ladrillos ecológicos



Figura 09. Elaboración de ladrillos



Figura 10. Proceso de curado



Figura 11. Ladrillos terminados



Figura 12. Maquina para medir presión y compresión



Figura 13. Modelo ladrillo King Kong

