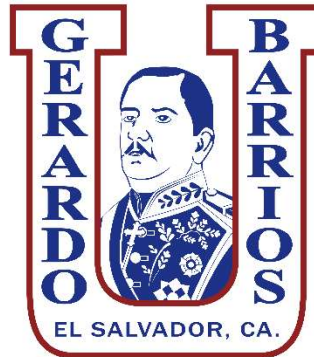


**UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
FACULTAD DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**



TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN:
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

“PROPUESTA DE ECOLADRILLO COMO MATERIAL SUSTITUTO PARA EL
LADRILLO DE ARCILLA COCIDO, AL SECTOR CONSTRUCCIÓN DE LA ZONA
ORIENTAL“.

PRESENTADO POR:
ING. WILLIAMS YONY PORTILLO.
ING. FRANCISCO ISAI PORTILLO CISNEROS.

ASESOR:
MAF Y MCP. JOSÉ MARIO SORTO

EL SALVADOR, SAN MIGUEL, NOVIEMBRE DE 2019.

INDICE

INTRODUCCIÓN	8
CAPITULO I	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	9
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	9
1.1.1 Cambio Climático.	9
1.1.2 Efectos del cambio climático en El Salvador	9
1.1.3 Los efectos del ladrillo de barro.....	11
1.2 DELIMITACIÓN.....	12
1.3 ENUNCIADOS DEL PROBLEMA.....	13
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	13
1.5 OBJETIVOS.....	14
CAPITULO II	15
2. METODOLOGÍA.	15
2.1 TIPO DE ESTUDIO.....	15
2.2 MÉTODO DE ESTUDIO.....	15
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	15
2.3.1 Población	15
2.3.2 Descripción de la Población	16
2.3.3 Cálculo de la Muestra.....	16
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	18
2.4.1 Modelo de encuesta a implementar:.....	19
2.5 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.6 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS....	20
CAPITULO III	22
3. MARCO TEÓRICO.....	22
3.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.	22

3.2	ANÁLISIS DEL SECTOR LADRILLERO EN EL SALVADOR	23
3.2.1	Identificar cambios o tendencias que puedan afectar el sector ladrillero	24
3.2.2	Principales leyes y reglamentos que regulan el sector ladrillero.	25
3.2.3	Elementos teóricos.....	26
	Emissiones contaminantes de la industria ladrillera.	26
3.2.4	Consumo Energético empleado actualmente en las ladrilleras de El Salvador. 27	
3.2.5	Ecoladrillo como material de construcción.....	31
3.3	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	34
3.4	HIPÓTESIS.....	36
CAPITULO IV.....		37
4.	HALLAZGOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	37
4.1	INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL, FABRICACIÓN DE ECOLADRILLO.	37
4.2	COMPONENTES DEL ECOLADRILLO	37
4.2.1	Selección del suelo para ecoladrillo.....	38
4.2.2	Cemento para ecoladrillo.....	40
4.2.3	El agua para fabricación de ecoladrillo.	40
4.3	MÉTODO DE FABRICACIÓN DE ECOLADRILLO.....	40
4.3.1	Secado Del Suelo.....	41
4.3.2	Tamizado del Suelo.....	41
4.3.3	Dosificación y mezclado de componentes en seco.....	41
4.3.4	Adición de agua.....	41
4.3.5	Compactación y moldeo	44
4.3.6	Acopio y curado.....	44
4.4	DISEÑO VOLUMÉTRICO EN PROPORCIONES 1:5, 1:7.5 Y 1:10.....	46
4.5	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	51
4.5.1	ANÁLISIS DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE ECOLADRILLO.	51
	Costos de fabricación de ecoladrillos	51

Análisis de precios unitarios	55
4.5.2 ANÁLISIS DE PRUEBAS DE LABORATORIO.....	61
PRUEBA DE COMPRESIÓN SIMPLE.....	61
ANÁLISIS DE PRUEBAS DE COMPRESIÓN	62
PRUEBA DE ABSORCIÓN.....	63
ANÁLISIS DE PRUEBAS DE ABSORCIÓN.....	64
PRUEBA DE FLEXIÓN (MÓDULO DE RUPTURA)	65
ANÁLISIS DE PRUEBAS DE FLEXIÓN (MÓDULO DE RUPTURA)	67
4.5.3 PROPUESTA DE DISEÑO DE ECOLADRILLO MÁS FACTIBLE TÉCNICA Y ECONÓMICAMENTE.....	67
4.6 ANÁLISIS Y RESULTADOS DE ENCUESTA	69
4.6.1 Análisis e interpretación de los datos obtenidos en encuestas y presentadas en gráficas:	90
4.7 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD FINANCIERA PARA LA FABRICACIÓN DE ECOLADRILLO PROPORCIÓN 1:7.5.....	91
4.7.1 Análisis de las inversiones y financiamiento del proyecto.....	91
4.7.2 Análisis de los ingresos por ventas.....	93
4.7.3 Análisis de costos y gastos.	95
4.7.4 Estado de pérdidas y ganancias.....	97
4.7.5 Cálculo del punto de equilibrio.....	98
4.7.6 Cálculo del VAN y TIR.....	101
CAPITULO V.....	103
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
5.1 CONCLUSIONES	103
5.2 RECOMENDACIONES	105
5.3 GLOSARIO	107
5.4 BIBLIOGRAFIA. (Por orden de citación)	108
5.5 ANEXOS.....	110

5.5.1 Modelo de encuesta a implementar:.....	110
5.5.2 Norma ASTM C- 62 y Norma ASTM C-67	112
5.5.3 Cuadros procesados de Laboratorio de Suelos.....	126

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Cadena de causas y efectos de la escasez de la leña.	28
Ilustración 2. Recipiente Calibrado	38
Ilustración 3. Recipiente con medidas de suelo y agua.	39
Ilustración 4. Mediad de decantación de arena	39
Ilustración 5. Prueba de la muñeca.	42
Ilustración 6. Altura de caída de la muestra.....	42
Ilustración 7. Resultados de la prueba de muñeca.	43
Ilustración 8. Maquina ADOPRES 1000	44
Ilustración 9. Acopio y Curado de Ladrillo	45
Ilustración 10. Se muestra la decantación del suelo.....	46
Ilustración 11. Dimensiones propuesta para ecoladrillo.....	47
Ilustración 12. Proceso de tamizado de suelo.	47
Ilustración 13. Mezclado de los agregados.....	48
Ilustración 14. Verificación de humedad.....	49
Ilustración 15. Carga de Material en Máquina.	49
Ilustración 16.Fabricación de ecoladrillo.....	50
Ilustración 17. ecoladrillo terminado.	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad de emisión de gases de efecto invernadero en El Salvador.....	11
Tabla 2. Emisión Neta de CO2 del Sector Cambio de Uso de Suelo, en El Salvador	11
Tabla 3 Valores de Z, para Niveles de Confianza.....	17
Tabla 4. Relación oferta-demanda anual de leña en El Salvador para 1992	29
Tabla 5. Consumo total anual de las industrias y negocios artesanales.	30
Tabla 6. Necesidades de leña en las industrias y negocios.....	30
Tabla 7. Clasificación de Suelos.....	33
Tabla 8.Costo de herramientas para fabricar mil unidades de ecoladrillo.	53
Tabla 9.Precio unitario Proporción 1:5.....	56

Tabla 10. Precio unitario proporción 1:7.5	58
Tabla 11. Análisis de precio unitario proporción 1:10	60
Tabla 12. Resumen de prueba de compresión	62
Tabla 13. Resumen de prueba de absorción.....	64
Tabla 14. Resumen de pruebas de flexión.	66
Tabla 15. Resumen de Precios Unitarios	68
Tabla 16. Resumen de Resultados de Pruebas de Laboratorios de Suelos	68
Tabla 17. Datos Análisis de Inversiones y Financiamiento	92
Tabla 18. Cuadro Precios Promedios de Materiales, fuente CASALCO	94
Tabla 19. Análisis de los Ingresos por Ventas	95
Tabla 20. Análisis de Costos y Gastos, para un periodo de 5 años.	97
Tabla 21. Balance General de Pérdidas y Ganancias, para un periodo de 5 años	98
Tabla 22. Tabla de VAN y TIR.....	102

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Promedio de resultados prueba de compresión.	63
Gráfica 2. Promedios de prueba de absorción.....	65
Gráfica 3. Promedios de prueba de flexión.....	67
Gráfica 4. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°1. Autoría: Grupo de tesis	70
Gráfica 5. Cantidad de respuestas según categorización de la población, para pregunta N°1. Autoría: Grupo de tesis	70
Gráfica 6. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°1 Autoría: Grupo de tesis	71
Gráfica 7. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°2. Autoría: Grupo de tesis.	72
Gráfica 8. Cantidad de respuestas según categorización de la población, para pregunta N°2. Autoría: Grupo de tesis.....	72
Gráfica 9. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°2 Autoría: Grupo de tesis	73
<i>Gráfica 10. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°3. Autoría: Grupo de tesis.</i>	<i>74</i>
Gráfica 11. Cantidad de respuestas según categorización de la población para pregunta N°3. Autoría: Grupo de tesis.....	74

Gráfica 12. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°3 Autoría: Grupo de tesis	75
Gráfica 13. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°4. Autoría: Grupo de tesis	76
Gráfica 14. La cantidad de respuestas según categorización de la población para pregunta N°4. Autoría: Grupo de tesis.....	76
Gráfica 15. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°4, Autoría: Grupo de tesis	77
Gráfica 16. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°5. Autoría: Grupo de tesis	78
Gráfica 17. La cantidad de respuestas según categorización de la población para pregunta N°5 Autoría: Grupo de tesis.....	78
Gráfica 18. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°5. Autoría: Grupo de tesis	79
Gráfica 19. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°6. Autoría: Grupo de tesis.	80
Gráfica 20. La cantidad de respuestas según categorización de la población para pregunta N°6 Autoría: Grupo de tesis.....	80
Gráfica 21. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°6. Autoría: Grupo de tesis	81
Gráfica 22. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°7.....	82
Gráfica 23. Cantidad de respuestas según categorización de la población para pregunta N°7 Autoría: Grupo de tesis.....	82
Gráfica 24. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°7. Autoría: Grupo de tesis	83
Gráfica 25. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°8.....	84
Gráfica 26. La cantidad de respuestas según categorización de la población para la pregunta N°8. Autoría: Grupo de tesis.....	84
Gráfica 27. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°8. Autoría: Grupo de tesis	85
Gráfica 28. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°9.....	86
Gráfica 29. La cantidad de respuestas según categorización de la población para la pregunta N°9 Autoría: Grupo de tesis.....	86

Gráfica 30. distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°9. Autoría: Grupo de tesis	87
Gráfica 31. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°10	88
Gráfica 32. De la cantidad de respuestas según categorización de la población para pregunta N°10 Autoría: Grupo de tesis.....	88
Gráfica 33. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°10. Autoría: Grupo de tesis	89
Gráfica 34. Punto de equilibrio. Autoría: Grupo de Tesis	100

INTRODUCCIÓN

La apuesta por propuestas de investigación sobre alternativas de materiales de construcción sostenibles, debe implicar a todos los sectores de la construcción para dar un nuevo enfoque a los materiales planteados hasta el momento.

Fruto de la concientización 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.

El ladrillo de arcilla cocida es uno de materiales más representativos en la industria de la construcción en El Salvador, usado tradicionalmente como elemento de mampostería en construcción de arriates, estructuras de contención y retención (tanques de agua de alta capacidad, cisternas domiciliarias) cuando son colocados de manera transversal (trinchera) y se refuerzan con elementos de concreto (nervios, soleras, columnas), uno de los principales sistemas constructivos es el llamado de mampostería confinada, el cual es muy usado en nuestro medio a la hora de la construcción de viviendas, muros perimetrales y otros.

Este material es muy comercializado en nuestro medio y relativamente fácil de adquirir en las cantidades que la obra así lo requiera, se tiene producción en invierno y verano; Hasta acá parece ser que el ladrillo de arcilla cocida es un material tanto versátil como accesible, pero no se tiene en cuenta el costo ambiental que su producción conlleva, como lo son la deforestación y degradación del suelo por erosión producto de extracción de la tierra que es la materia prima, además de la generación de gases en el proceso de quema del ladrillo. 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.

La elaboración de ladrillos ecológicos responde a las necesidades de disminuir el gasto energético y el impacto ambiental provocado por la producción de ladrillos de arcilla cocida. En este trabajo se propone la elaboración de ladrillos a base de cementantes, sin cocción y con materiales ecológicamente aceptables.

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.

1.1.1 Cambio Climático.

Se llama cambio climático a la variación global del clima de la Tierra. El cual es debido a causas naturales y también a la acción del hombre. El término "efecto de invernadero" se refiere a la retención del calor del Sol en la atmósfera de la Tierra por parte de una capa de gases en la atmósfera. Sin ellos la vida tal como la conocemos no sería posible, ya que el planeta sería demasiado frío. Entre estos gases se encuentran el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano, que son liberados por la industria, la agricultura y la combustión de combustibles fósiles. El mundo industrializado ha conseguido que la concentración de estos gases haya aumentado un 30% desde el siglo pasado, cuando, sin la actuación humana, la naturaleza se encargaba de equilibrar las emisiones.

El cambio climático nos afecta a todos. El impacto potencial es enorme, con predicciones de falta de agua potable, grandes cambios en las condiciones para la producción de alimentos y un aumento en los índices de mortalidad debido a inundaciones, tormentas, sequías y olas de calor. En definitiva, el cambio climático no es un fenómeno sólo ambiental sino de profundas consecuencias económicas y sociales. Los países más pobres, que están peor preparados para enfrentar cambios rápidos, serán los que sufrirán las peores consecuencias¹.

1.1.2 Efectos del cambio climático en El Salvador

Nuestro país no está exento a esto, ya que enfrenta una degradación severa de sus recursos naturales, especialmente de sus bosques naturales, suelo, calidad del aire y recursos hídricos. Únicamente queda el 2 por ciento de sus bosques naturales, lo que en la región es comparable únicamente con Haití.

La disponibilidad del agua para el consumo humano y actividades productivas es cada vez más crítica, generando una escasez severa de agua, lo que limita la actividad económica, y genera conflictos entre los usuarios. El impacto de la degradación ambiental en la salud

¹ Fuente página web de convención de naciones unidas para el cambio climático, http://www.sv.undp.org/content/el_salvador/es/home/library/environment_energy/el-abc-del-cambio-climatico.html

se ha estimado en aproximadamente el 2.5 por ciento del Producto Interno Bruto (Panayotou 1998; Strukova 2005), siendo los costos más altos debidos al agua y servicios de salud inadecuados además de una higiene deficiente y la contaminación ambiental y del aire interior².

El Salvador es un país con un alto índice poblacional, que según datos de la Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTYC) al año 2016 es de 310 habitantes por kilómetro cuadrado³; esto lo somete a grandes desafíos, entre ellos, salvaguardar los bosques para evitar en lo posible el crecimiento del deterioro ambiental, particularmente la erosión hídrica causada por la pérdida de cubierta vegetal⁴.

El salvador, por su situación geográfica y características socioeconómicas, es muy vulnerable al cambio climático; Firmante de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en agosto de 1995, se ha comprometido a elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar, informes denominados Comunicación Nacional en los que incluyan el inventario de gases de efecto invernadero. La Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático fue presentada por El Salvador en febrero de 2000, y era el resultado de dos años de esfuerzos combinados entre varias instituciones, expertos nacionales y entidades especializadas de la comunidad científica internacional, todo bajo la coordinación del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). De acuerdo a los lineamientos recibidos, El Salvador preparó su Inventario de Gases Efecto Invernadero con información base del año 1994 y de acuerdo a la población de ese período. Actualmente, se ha iniciado la preparación de la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático y su segundo inventario de GEI, el cual estará basado en información del año 2000; a continuación se muestran las emisiones anuales de gases en El Salvador.

2 Informe No. 35226 - SV República de El Salvador Análisis Ambiental de País Mejorando la Gestión Ambiental para Abordar la Liberalización Comercial y la Expansión de Infraestructura

3 Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTYC año 2016) PRINCIPALES RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE HOGARES DE PROPÓSITOS MÚLTIPLES 2016

4 La segregación, transporte y sedimentación de las partículas del suelo son por las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial, definen el proceso de erosión hídrica. Este se ve afectado por varios factores, como son, el clima, el suelo, la vegetación y la topografía. (Erosión hídrica: principios y técnicas de manejo - 1a ed. - Río Cuarto: UniRío Editora. 2012.)

Tabla 1. Cantidad de emisión de gases de efecto invernadero en El Salvador⁵

GASES					
	Co2	CH4	N2O	CO	Nox
Emisión neta anual (Cg)*	8,644.94	148.50	13.21	512.66	34.02
Sectores					
1. Energía	4,224.18	18.09	0.52	437.48	31.03
2. Procesos industriales	490.12				
3. Agricultura		88.14	12.69	70.65	2.86
4. Cambios en el uso de suelo	3,930.64	0.52	3.6x10-3	4.53	0.13
5. Desechos		41.75			

Cg= Gigagramos =1,000 toneladas métricas

Tabla 2. Emisión Neta de CO2 del Sector Cambio de Uso de Suelo, en El Salvador

EMISIÓN NETA DE CO2 DEL SECTOR CAMBIO DE USO DE SUELO (Gg)		
Cambio de cobertura boscosa y consumo de leña	4,068.10	87.00%
Quemas de pastizales y residuos agrícolas	534.60	12.00%
Descomposición de biomasa	46.64	1.00%
Total emisiones brutas	4,649.34	100.00%
Fijación o captura (vegetación de tierras agrícolas abandonadas en los años 80)	718.70	
Total emisiones netas	3,930.64	

Una de las grandes finalidades que como profesionales en construcción debemos alcanzar, es generar un equilibrio entre las necesidades de vivienda de la población globalmente creciente y la protección del medio ambiente natural.

Producir materiales para la construcción requiere de grandes cantidades de energía y recursos, además de altos costos de producción; y dada la estrecha relación que existe entre materiales, energía y medio ambiente, se hace necesario recurrir a la producción y uso de materiales más económicos y ambientalmente aceptables.

1.1.3 Los efectos del ladrillo de barro

El ladrillo cerámico fabricado a partir de arcillas cocidas a temperaturas entre 800 y 1.050 °C, es uno de los materiales de construcción más empleado en el medio salvadoreño y latinoamericano; sin embargo, para su obtención se requiere de un gran gasto energético

⁵ Tabla 1 y 2: Informe Naciones Unidas, el ABC del Cambio de El Salvador

que genera una importante cantidad de CO₂ liberado a la atmósfera. De otro lado, es evidente la creciente escasez de suelos-arcilla y limos aptos para la elaboración de ladrillos de óptimo desempeño, así como la afectación dramática de las zonas de donde se extraen las materias primas. Así mismo su contribución a la deforestación para la obtención de la madera que se utiliza como combustible durante el proceso de cocción de los ladrillos⁶. Los principales impactos que genera la actividad de fabricación de ladrillos son sobre la calidad del aire y sobre la morfología del terreno. En el primer caso debido principalmente a las emisiones de humos procedentes de los hornos en la etapa de cocción causan efectos directos e indirectos sobre la salud humana, y contribuyen al cambio climático global. En el segundo caso porque la explotación de las canteras produce excavaciones que no solamente afectan el paisaje sino también la estructura y configuración del terreno ocasionando deforestación, pérdida de la capa productiva del suelo y erosión. Las áreas destinadas a la actividad ladrillera presentan un gran deterioro paisajístico por la extracción de la arcilla y sobreexplotación del recurso suelo, esto provoca que en épocas de lluvias, ocurran deslizamientos⁷.

1.2 DELIMITACIÓN

El presente estudio se enfoca en presentar la propuesta de un material de construcción, como lo es el ecoladrillo a base de Suelo-cemento, como material sustituto del ladrillo de arcilla cocida, para el sector constructivo de la zona Oriental del país. Para lo cual se realizarán las siguientes actividades de investigación durante el año 2018.

- Desarrollo técnico de material llamado ecoladrillo, que cumpla con la norma ASTM (C-62, C-67), las cuales rigen a los ladrillos de barro cocido. Comprobando por medio de ensayos de laboratorio para determinar la resistencia a la compresión simple, resistencia a la flexión y porcentaje absorción, en comparación con el ladrillo de arcilla.
- Se calculará el costo de fabricación de ladrillo a base de suelo-cemento, tomando en cuenta todas las actividades que conllevan su proceso de producción.
- Para determinar la aceptación de este producto, se efectuará una encuesta al sector constructivo de la zona oriental del país.
- Determinar la factibilidad y rentabilidad económica de la fabricación de ecoladrillo.

⁶ Informe Naciones Unidas, *el ABC del Cambio de El Salvador*.

⁷ *Manual De Capacitación Sector Ladrillero En América Latina, Primera edición, Perú, Marzo de 2016*

1.3 ENUNCIADOS DEL PROBLEMA

- ¿Podría diseñarse un ladrillo de suelo cemento que cumpla con las normas ASTM C62 y ASTM C-67, con los agregados de la zona y cementos de la norma ASTM C-1157?
- ¿Qué grado de aceptación tendría el ecoladrillo en el sector construcción como material sustituto al ladrillo de arcilla?
- ¿Será rentable económicamente la fabricación de ecoladrillo?

1.4 JUSTIFICACIÓN.

Para reducir el uso de recursos naturales y la conservación del medio ambiente, es necesario el desarrollo de metodologías, tecnologías y sistemas que permitan el ahorro y reciclado de materiales de construcción, reúso y sustitución por materiales renovables.

La construcción con ladrillos de barro cocido comúnmente conocido como ladrillo de obra, es ampliamente utilizado en el país. Su fácil adquisición, su resistencia y su relativo bajo costo son algunas de las características que lo han convertido en uno de los sistemas constructivos más utilizados a la fecha. Sin embargo, una de las grandes desventajas que posee es que degrada el medioambiente, pues para su cocimiento utiliza como combustible grandes cantidades de leña, contribuyendo con ello a la deforestación y a la contaminación del aire de nuestro país.

Se propone un material constructivo, denominado *ecoladrillo*, inspirado en el tradicional adobe y que reemplace al ladrillo convencional cocido. Ya que existe un cúmulo de experiencias y de datos experimentales, sobre desarrollo de materiales resultantes de mezclas de tierra, cal y/o cemento y que no han sido divulgados suficientemente.

Los ladrillos ecológicos son hechos de una mezcla de tierra, cemento, arena fina y agua cuyo resultado ofrece una mayor resistencia y solidez que los ladrillos convencionales de arcilla; su elaboración no requiere complejos procesos de humidificación, secado y cocción, que contaminan en alto grado el agua, suelo y aire del medio ambiente.

Este estudio pretende concienciar que el desarrollo de una ingeniería más sostenible es posible y en equilibrio con el medio ambiente. En este sentido los materiales sustentables, pueden constituirse como una viable posibilidad no sólo para alcanzar dicho equilibrio, sino además para minimizar el impacto ambiental y económico dadas su versatilidad y funcionalidad al presentar propiedades como: durabilidad, resistencia, bajo costo frente a

otros materiales constructivos, sencilla manipulación y rápida instalación y con una gran vida útil.

1.5 OBJETIVOS.

Objetivo general.

- Desarrollar la propuesta de ecoladrillo de naturaleza puzolánico, como material sustituto del tradicional ladrillo de arcilla cocido, que genere para la construcción ventajas ambientales.

Objetivos específicos.

- Fabricar ladrillos ecológicos que cumplan con la Norma ASTM C62 y ASTM C-67, con los agregados de la zona y cementos de la norma ASTM C-1157.
- Calcular el costo de producción de ecoladrillo.
- Determinar el grado de aceptación en el mercado del ecoladrillo como una alternativa para el sector de la construcción de la zona oriental.
- Determinar la factibilidad y rentabilidad económica de la fabricación de ecoladrillos.

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA.

2.1 TIPO DE ESTUDIO.

El estudio para la investigación del ecoladrillo como sustituto del ladrillo de barro será de tipo cuantitativo y con un complemento experimental, dado que se pretende obtener el grado de aceptación de dicho material como una alternativa de mejor calidad y amigable ambientalmente para la construcción, debiendo cumplir con las normas técnicas respectivas.

2.2 MÉTODO DE ESTUDIO.

En coherencia con los objetivos del estudio sobre la aceptación del mercado del ecoladrillo, la investigación ha de ser en dos etapas, el primero de carácter experimental aplicado, en cual se diseñaran los prototipos de ladrillos y se calculara su costo de fabricación. El segundo será de tipo cuantitativo en el que se “utilizará la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías”.

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1 Población

La población es definida en metodología de la investigación como “El conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones⁸”, será en el presente estudio el sector construcción de la zona oriental, para lo cual consideramos oportuno utilizar el muestreo no probabilístico intencionado o de juicio, que consiste “en elegir una muestra basada en el conocimiento que el investigador tiene de la población, en la naturaleza y objetivos del estudio; es decir, su fundamento en el juicio del que investiga y el propósito del trabajo de investigación”, para lo cual consideramos incluir a los actores; empresas constructoras, profesionales (ingenieros civiles y arquitectos) y albañiles, que conforman el sector de la construcción en la zona oriental, que son quienes desarrollan proyectos y obras de cualquier magnitud, en los que se utilizan ladrillos tradicionales, para poder dar a conocer y proponer el ecoladrillo como sustituto de los mismos.

⁸ *Metodología de la Investigación, Sexta Edición, Dr. Roberto Hernández Sampieri.*

2.3.2 Descripción de la Población

Consideraremos como población al sector construcción, delimitándolo en la zona oriental de nuestro país. De esta población general delimitada geográficamente es necesario establecer las unidades de muestra de la población en estudio, para lo cual se establecen las siguientes características de la población:

Empresas constructoras, Profesionales y demás que laboran en el sector construcción, los cuales proyectan y ejecutan obras en las que se tenga definido usar ladrillo de arcilla tradicional; que conozcan los usos de este, el precio de mercado del ladrillo de arcilla y que sean conscientes del daño ambiental que provoca su fabricación. A los cuales se les pueda plantear la propuesta del ecoladrillo como material sustituto al ladrillo tradicional.

Se considera incluir a los siguientes sujetos que puedan ser abordados en lugares de obra y oficinas:

- Empresas constructoras
- Profesionales (Ingenieros civiles y arquitectos).
- Albañiles.

2.3.3 Cálculo de la Muestra

La muestra es un sub grupo de la población, no siendo posible medirla toda, por lo que se seleccionara una muestra. Se usará un enfoque cualitativo en el cual la determinación de la muestra sea más flexible que bajo un enfoque cuantitativo, en el enfoque cualitativo, la muestra será tomada siguiendo los criterios y características de población mencionados en el apartado 2.3.2 Descripción de la Población, sin que necesariamente sea representativo del universo o población en estudio.

“La muestra no probabilística, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección informal. Se utilizan en muchas investigaciones, y a partir de ellas, se hacen inferencias sobre la población” (Hernández, et al, 2003, p.326)

Con este criterio se realizará un tipo de muestreo no probabilístico intencionado o de juicio, la cual será dirigida por los investigadores, siendo las personas que conforman el sector construcción de la zona oriental las personas con la capacidad de dar información de interés.

Se desconoce el tamaño exacto de la población o universo, existiendo un número de profesionales (arquitectos e ingenieros) inscritos en el ministerio de obras públicas, y empresas constructoras legalizadas en el registro de comercio, más sin embargo no se

puede precisar la cantidad de los mismos que pertenecen específicamente a la zona oriental, esto debido a que tanto el MOP como el Registro de Comercio según lo que informaron, no tienen dividido por zonas un registro de profesionales y empresas; Así mismo no hay registro de Contratistas (Maestros de obra y albañiles).

Al no poder conocer el dato numérico de la población, para la determinación del tamaño de la muestra, teniendo una población infinita, se utilizará la siguiente fórmula [1]:

$$n = \frac{Z^2 PQ}{e^2} \quad \text{Formula 1(Cálculo de Muestra, población infinita}^9)$$

Se explican los símbolos de la fórmula, que corresponden a las variables indicadas en el apartado anterior y la asignación de su respectivo valor.

z = Valor de z correspondiente al nivel de confianza; Un nivel de confianza del 95% corresponde a $z = 1.96$ sigmas, según tabla 3. Con este valor de nivel de confianza asumimos que de cada 100 encuestas nos equivocamos 5 veces.

Tabla 3 Valores de Z, para Niveles de Confianza

Nivel de Confianza en %	Valor de z
50	0.67
68	1.00
80	1.29
90	1.64
95	1.96
95.4	2.00
99	2.58
99.7	3.00
99.9	3.29

⁹ *Estadística aplicada a las Ciencias Sociales*
Tamaño necesario de la muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos?
 Pedro Morales Vallejo, Universidad Pontificia Comillas • Madrid • Facultad de Humanidades
 (Última revisión, 13 de Diciembre, 2012).

PQ= Varianza de la población. Como la varianza de la población la desconocemos, será necesario asignar valores en base a las características cualitativas de la encuesta y tomando como referencia los resultados de encuesta realizada del mismo tema en trabajo de investigación de la cátedra de formulación y evaluación de proyectos, tomando en cuenta el éxito de dicha encuesta se asignará una probabilidad de éxito del 70%.

P = Probabilidad de éxito = (0.7)

Q = Probabilidad de fracaso = (0.3)

e = Error muestral. Lo representamos con la letra **e** que significa *error* o *desviación* posible cuando *extrapolemos* los resultados. Es el *margen de error* que aceptamos.

e = Margen de error = 5%

Sustituyendo en fórmula 1.

$$n = \frac{Z^2 PQ}{e^2}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 0.70 * 0.3}{(0.05)^2}$$

Obteniendo un valor de **n= 322** (muestras)

Con este dato se procederá a visitar empresas constructoras las cuales están conformadas por profesionales y demás sujetos aptos para el estudio.

Se necesita obtener información de todos los involucrados en la industria de la construcción por lo que las 322 muestras de la población se hará una segmentación de la siguiente manera:

20 empresas constructoras

120 profesionales

182 contratistas (maestros de obra y albañiles)

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Durante el presente estudio se utilizará la encuesta como técnica de investigación para así lograr la adquisición de información de interés, mediante un cuestionario previamente

elaborado que servirá de instrumento a aplicar, a través del cual se puedan medir una o más variables, tales como, conocer la opinión, valoración o aceptación que tendría el ecoladrillo como alternativa al ladrillo de arcilla; siendo el sector de la construcción de la zona oriental la población seleccionada para la muestra a obtener.

Objetivos de la encuesta:

Obtener un conjunto de información detallada, actualizada y fidedigna del sector de la industria de la construcción de la zona oriental que permita conocer el grado de aceptación que el sector tendría de la propuesta del ecoladrillo como material sustituto al ladrillo tradicional.

2.4.1 Modelo de encuesta a implementar:

Se seleccionarán las preguntas más convenientes, de acuerdo a la naturaleza de la investigación, considerando el nivel de conocimiento técnico de la población a la cual se aplicará la encuesta, para conocer la opinión o valoración de la población seleccionada sobre el tema de la propuesta del ecoladrillo. (ver anexo, modelo de encuesta)

2.5 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN.

Etapas I, PROBLEMA DE INVESTIGACION.

A partir de la problemática de interés del investigador, se inicia una investigación documental y bibliográfica para el planteamiento del problema, enunciado del problema, que sirven para definir los objetivos, justificación y delimitación de alcances.

Etapas 2, INVESTIGACION EXPERIMENTAL.

Se diseñarán tres prototipos de ecoladrillo; que cumplan con la Norma ASTM C62 y ASTM C-67, con los agregados de la zona y cementos de la norma ASTM C-1157.

La verificación del cumplimiento de la norma se hará por medio de pruebas de laboratorio de suelo, que se rigen en las normas y que nos permita comparar los resultados con el ladrillo de arcilla.

A los diseños se les realizara un análisis de precios unitarios con el objetivo de hacer comparaciones de costos entre el ladrillo de barro cocido y ladrillo a base de suelo-cemento.

Etapa 3, METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.

Se determinó el tipo de investigación el cual es de carácter cuantitativo y con un complemento experimental. Como herramienta de investigación se utiliza la encuesta, para una muestra calculada de una población infinita, pero con el objetivo de obtener datos reales y cuantitativos para hacer un análisis sobre la aceptación que tendría el ecoladrillo.

Etapa 4, INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

Para lo cual se ha definido como instrumento la técnica del cuestionario al sector construcción. Siendo la encuesta el instrumento a implementar para recolección de datos. Elaborar el instrumento de medición (encuesta), en este caso un cuestionario de preguntas cerradas que permitan obtener datos del grupo de enfoque al cual está orientado el instrumento.

La población o grupo de enfoque en la cual se implementará la investigación será el sector construcción de la zona oriental. El trabajo de campo consistirá en visitar a la cantidad muestreada del sector construcción como ya se estableció en el apartado 2.3.3, en dichas visitas se explicará brevemente a los sujetos la naturaleza de la investigación y se les pedirá responder al número de interrogantes del cuestionario.

Etapa 5, FACTIBILIDAD FINANCIERA DE PRODUCCIÓN.

Al diseño que cumplan con la norma y que posea el costo unitario más bajo se le realizara el estudio de factibilidad económica y financiera, para determinar la rentabilidad económica de producción.

2.6 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

En esta parte se describe el procedimiento que se realizara para el procesamiento de la información colectada para su respectivo análisis. Se construye aquí un hilo argumental que facilita la presentación de los resultados obtenidos del trabajo llevado a cabo, que comprenderá los siguientes aspectos:

Investigación Experimental

Diseño de especímenes de ecoladrillo: se realizarán diseños de ecoladrillos en campo, utilizando diseños de mezcla volumétricos de las proporciones 1:5, 1:7.5 y 1:10 (cemento: tierra).

Pruebas de laboratorio: se someterán tres especímenes de cada proporción (mezcla) de ecoladrillo por cada una de las pruebas de Compresión, Absorción y Flexión de las normas ASTM C-62 y ASTM C-67. Así mismo se someterán a dichas pruebas los ladrillos de arcilla cocida para poder comparar los resultados.

Análisis de Costos Unitarios: se elaborarán análisis de costo unitario de fabricación de cada uno de los diseños propuestos de ecoladrillo, así como también se tomara el precio de mercado del ladrillo de arcilla cocida, para poder seleccionar el diseño de ecoladrillo más óptimo económicamente.

Investigación de Campo, encuesta.

Creación de base de datos obtenidos: La cual de manera ordenada deberá contener los datos obtenidos en el trabajo de campo por medio de la implementación del instrumento que se seleccionó (encuesta).

Herramientas de Procesamientos de Datos: Se usarán todas las herramientas de análisis, proceso y tabulación de datos que posee el paquete de microsoft excel. Para sintetizar y mostrar gráficamente los resultados.

Análisis e interpretación de la investigación experimental y de campo.

Análisis: se analizarán los resultados a partir de la base de datos ya procesada, esto con el fin de presentar el debido reporte de resultados obtenidos.

Interpretación: esta parte se realizará confrontando los resultados del análisis de los datos con las hipótesis formuladas y relacionando dichos resultados con la teoría y los procedimientos de la investigación.

Factibilidad de producción: a partir de conocer el costo de fabricación, se hará un análisis financiero de producción para determinar si la fabricación de ecoladrillos será rentable económicamente.

CAPITULO III

3. MARCO TEÓRICO.

3.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

Los ladrillos tradicionales cocidos como material de construcción datan de hace más de 5000 años (Brick Development Association, 2009). 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. Los sistemas constructivos cambian a medida que se prueban nuevos y mejores materiales de construcción. Existen sin embargo, materiales que han trascendido en el tiempo y han sido utilizados para estructurar; siendo uno de estos el ladrillo de barro cocido.

Se le denominó como ladrillo a aquellos bloques cuyo componente mayoritario era el barro, el cual se mezclaba con arena y paja machacada y al que en un inicio se destinó a ser secado por el sol (adobes), para luego proceder al endurecimiento por exposición al fuego y al calor (ladrillos).

Así, con el pasar de los siglos, el uso de los materiales de construcción a base de arcilla se fue incrementando, hasta constituirse en el presente siglo, en uno de los materiales más usados en la industria de la construcción; al menos en los países en vías de desarrollo.

En consecuencia, el enfoque específico del presente proyecto es el de analizar las características económicas y de mercado para la producción de un ladrillo de suelo cemento como una propuesta para reemplazar el ladrillo tradicional de arcilla, convirtiéndose en una opción que se aplique en la construcción.

Esta propuesta 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 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.

3.2 ANÁLISIS DEL SECTOR LADRILLERO EN EL SALVADOR

Las ladrilleras como unidades representan una actividad económica importante, generando dos realidades a través del tiempo:

- (1) Un sector productivo generador de empleo, dinámico y con perspectivas de crecimiento.
- (2) Un sector contaminante que atenta contra el medio ambiente, la salud de la población y deterioro del suelo.

La mayoría de la actividad económica es de tipo familiar e informal, donde las tareas son desarrolladas por todo el núcleo familiar. La gestión empresarial es casi inexistente y no tienen acceso a servicios ni prestaciones de salud; sin embargo, como son empresas familiares, tienen gran importancia en la economía de las comunidades y localidades donde están ubicadas pues se constituyen generalmente en la única o la principal actividad productiva generadora de trabajo y de ingresos.

En el Salvador existen ladrilleras en casi todo el territorio, se calculan un total de 301 ladrilleras distribuidas a nivel nacional, en las tres macro zonas del país.

La Zona Occidental (Ahuachapán, Sonsonate y Santa Ana) es donde se existen los principales productores de ladrillos y tejas con 132 ladrilleras para el 44 % del total nacional;

La Zona Central (Cuscatlán, La Libertad, La Paz, San Salvador y San Vicente) con 94 ladrilleras para un 31 % respecto al total nacional;

La Zona Oriental (San Miguel, Usulután y La Unión) con 75 ladrilleras para un 25 % del total nacional.

La principal zona de producción se concentra en Sonsonate y en específico en el municipio de Armenia donde existen un total de 98 ladrilleras para un 33 % de la cantidad total de ladrilleras en El Salvador.

El Municipio con mayor producción de ladrillos es Armenia, una extensión de 65,64 km² y la cabecera una altitud de 515 msnm en el Departamento de Sonsonate. El municipio posee 89 ladrilleras, es el municipio que tiene la mayor cantidad de ladrilleras. Todas las personas en El Salvador se refieren a ese municipio como la zona productora de ladrillos (tipo calavera) y de tejas del país. De hecho, los principales comercializadores del país compran sus productos en esa zona.

En segundo lugar, se encuentra el Departamento de la Libertad y en específico en los municipios de Sacacoyo, Ciudad Arce, Quezaltepeque, San Juan Opico y la Libertad donde

se distribuyen sin ninguna concentración en específico un total de 44 ladrilleras bien diseminadas en esos municipios.

Y en tercer lugar, se encuentran los departamentos de Usulután y San Miguel en la zona oriental principalmente en los municipios de Ereguayquín y Usulután (36 ladrilleras), El Transito y San Miguel (27 ladrilleras)¹⁰.

3.2.1 Identificar cambios o tendencias que puedan afectar el sector ladrillero

La construcción en El Salvador se mantuvo estancada hasta 2001, cuando se sucedieron dos terremotos que afectaron de forma grave a varios departamentos de la República, fue entonces, cuando el sector de la construcción vivió una época de esplendor, debido al fuerte gasto que se implementó en las actividades de reconstrucción. Sin embargo, a partir del 2008, experimentó un comportamiento errático y dejó de ser el sector más dinámico en el país. En el 2012 se ha observado una tendencia de mayor acceso al crédito para el sector construcción, este reportó un crecimiento del 38,22%. Según datos de la Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción, el sector obtuvo en los primeros meses unos \$79 millones por concepto de préstamos para construir y para comprar viviendas, lo que representa un incremento del 38,22% en relación a igual período del año 2011.

La construcción aporta entre el 40% y 43% de la Formación Bruta de Capital Fijo, siendo así un sector clave de la economía. Su contribución al PIB alcanzó en el 2011 el 8.5%, por su alto efecto multiplicador y sus interrelaciones productivas, ya que éstas suelen considerarse como un conjunto dentro del sector de la construcción.

La Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción (CASALCO), dejó entrever que aún no se ha impulsado una verdadera política de vivienda popular que logre suplir las necesidades de aquellas personas que no puedan pagar una vivienda de más de \$10,000, un mercado que no es atendido por el Fondo Nacional de Vivienda Popular (FONAVIPO), aunque si por el Fondo Social para la Vivienda.

También busca incentivar la compra de viviendas nuevas a través de una cuota flexible del crédito hipotecario en el marco de la creación de una ley de intereses preferenciales, que reduciría hasta en 50% la cuota de los préstamos que otorga la banca privada, que podría estar lista en el primer trimestre de 2013.

La propuesta establece que el gobierno subsidiaría la rebaja de intereses mediante el descuento de los montos a subsidiar por los bancos, de los pagos de renta anuales de esas

¹⁰ *Estudio de mercado del sector ladrillero de Centroamérica, año 2013, Elaborado por Guía Agropecuaria.*

entidades financieras, compensando el costo del subsidio por el impulso del crecimiento económico que aumentaría la recaudación de impuestos¹¹

3.2.2 Principales leyes y reglamentos que regulan el sector ladrillero.

Ley del Medio Ambiente.

La industria fabricante de productos de barro está sujeta a cumplir las disposiciones que emita el Ministerio del Ambiente, ya que utiliza para su proceso productivo, algunas materias primas calificadas como recursos naturales tales como: arena y arcilla. El Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales es el encargado de velar por la adecuada utilización de los recursos naturales y minerales del país, a través de la creación de la Ley del Medio Ambiente mayo de 1998. La referida ley tiene por objeto la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.

Ley de Minas.

Con el objeto de regular la exploración, explotación, procesamiento y comercialización de los recursos naturales no renovables, existentes en el suelo y subsuelo de la República, la Asamblea Legislativa emitió el Decreto Legislativo No. 544 de fecha 14 de diciembre de 1995, publicado en el Diario Oficial No. 16, tomo 330 del 24 de enero de 1996, para crear la Ley de Minería, la cual en lo sucesivo ha experimentado reformas, siendo la última la realizada en Julio de 2001. La entidad encargada es la Dirección de Hidrocarburos y Minas del Ministerio de Economía.

Regulaciones Técnicas Nacionales.

Las empresas deben observar y cumplir las disposiciones especiales del sector; una de las normativas particulares es la norma técnica para diseño y construcción estructural de mampostería, la cual establece los requisitos mínimos para el diseño y construcción de estructuras de mamposterías con ladrillo de barro sólido cocido. Regula todo lo

¹¹ *Estudio de mercado del sector ladrillero de Centroamérica, año 2013, Elaborado por Guía Agropecuaria*

concerniente al diseño, la construcción y a las propiedades de los materiales. Esta norma está contenida en el Reglamento para la seguridad estructural en las construcciones (El Salvador, 1994) del Ministerio de Obras Públicas, MOP, la cual debe aplicarse en todo el país; y establece las características mecánicas de mampostería, en lo relativo a la resistencia a la compresión, resistencia al cortante, elasticidad y rigidez, entre otras¹².

3.2.3 Elementos teóricos

Emisiones contaminantes de la industria ladrillera.

Si bien las emisiones contaminantes tienen efectos adversos en el ambiente, producción agrícola, etc, los efectos negativos en la salud humana como consecuencia de las emisiones producidas por la actividad ladrillera son las siguientes:

Material particulado (PM_{2,5}).

Este contaminante se origina durante la combustión de la biomasa y combustibles fósiles. Estudios recientes indican que el carbono negro actúa como vehículo de transporte de material particulado (PM_{2,5}) y de otros compuestos tóxicos¹³. Las partículas contaminantes de menos de 2,5 micras (incluido el carbono negro) están asociadas a diversos impactos en la salud humana a nivel respiratorio y cardiovascular, y son causa de millones de muertes prematuras al año, especialmente en los países en desarrollo.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) cataloga la contaminación del aire entre los primeros diez factores de riesgo en países de ingreso alto-medio¹⁴.

Dióxido de azufre (SO₂).

El dióxido de azufre ha sido identificado como un contaminante perjudicial para la salud y el bienestar de los seres humanos. Es formado en la combustión cuando el combustible utilizado contiene azufre como en el caso del carbón, el petróleo, el diésel o la biomasa. Las emisiones de SO₂ tienen impactos en la salud y contribuyen también a la creación de sulfatos como contaminantes secundarios en forma de PM_{2,5}. El SO₂ también tiene efectos en los ecosistemas terrestres y en los de agua dulce por acidificación. En los humanos, aumenta la frecuencia de síntomas respiratorios y enfermedades pulmonares¹⁵.

¹²Estudio de mercado del sector ladrillero de Centroamérica, año 2013, Elaborado por Guía Agropecuaria

¹³ EPA. 2012. Report to Congress on Black Carbon

¹⁴ World Health Organization. 2012. Health effects of black carbon.

¹⁵ 10OMS 2006. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre

Dióxido de nitrógeno (NO₂).

El dióxido de nitrógeno, según la OMS, es un gas tóxico que causa inflamación en las vías respiratorias. Se forma como subproducto en los procesos de combustión a altas temperaturas. Estudios epidemiológicos han revelado que algunos síntomas de bronquitis en niños asmáticos aumentan en relación con la exposición prolongada al NO₂. También ocasiona problemas respiratorios, como fibrosis pulmonar crónica y bronquitis, y genera la absorción de luz visible y la reducción de la visibilidad.

3.2.4 Consumo Energético empleado actualmente en las ladrilleras de El Salvador. La leña como recurso energético.

Una de las principales limitaciones para el análisis de esta temática se encuentra en la limitada información que existe sobre el tema de la leña en general. La mayoría de los escasos estudios conocidos privilegian un análisis técnico de su uso, y sólo se acercan a aspectos socioculturales cuando se aborda su uso doméstico o su papel en la economía campesina.

La madera es la fuente fundamental renovable disponible localmente, y prácticamente la única accesible para satisfacer las necesidades de los estratos más pobre de las sociedades latinoamericanas. La crisis energética y el consecuente aumento de los precios de los combustibles fósiles han motivado el empleo creciente de los recursos forestales como fuente de energía.

Definición de Leña.

Leña: es la madera en bruto o madera con corteza, generalmente en pequeños trozos, también en astillas, pellets, es un derivado del bosque o de árboles aislados, así como también pueden ser madera de los subproductos de las industrias forestales ó de productos forestales recuperados¹⁶.

La leña como combustible enferma a quienes la usan, pues emite dióxido de carbono, humo sofocante, cenizas y otros contaminantes, así como también empeora la situación acuífera, ensucia el ambiente, y tal como se practica, no es un procedimiento sostenible en el tiempo. Además lo que se fabrica con leña se puede elaborar con otros métodos; tal es el caso específico del uso de leña en ladrilleras artesanales.

¹⁶ Tesis: *Propuesta De Sistemas Energéticos Alternativos Para Sustituir La Leña En La Cocción De Ladrillo Y Teja De Barro En El Salvador*. San Salvador, año 2009. Universidad Don Bosco.

En términos generales en El Salvador, la producción y consumo de leña, es interpretado por los diversos sectores nacionales como uno de los factores principales ligados fuertemente a los procesos de deforestación del país.

Se puede asumir que la leña tiene un poder calorífico de: 579150.00 Kcal. /m³. Si se considera una humedad específica del 30% (0.3 kg. de agua por madera)¹⁷.

Situación particular de la leña en El Salvador.

El Salvador está sometido a una intensa y extensa deforestación; las causas son muy diversas, entre ellas se encuentran: sustitución de áreas forestales por áreas de cultivo y áreas de construcción de viviendas, el consumo de la leña como combustible, los incendios forestales, el bajo porcentaje de electrificación rural, y las condiciones socio económicas de las familias rurales del país, lo que ha contribuido a que no exista una conservación ni aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables.

La leña como principal recurso energético en el país, se escasea más y más, debido al uso no racional de la misma.

A continuación se muestra la cadena de causas y efectos que nos demuestra que es posible que la escasez de la leña se torne más aguda.

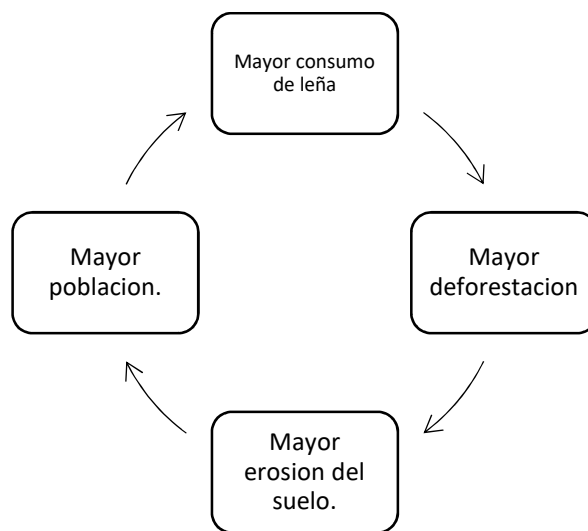


Ilustración 1 Cadena de causas y efectos de la escasez de la leña¹⁸.

¹⁷ Tesis: *Propuesta De Sistemas Energéticos Alternativos Para Sustituir La Leña En La Cocción De Ladrillo Y Teja De Barro En El Salvador.* San Salvador, año 2009. Universidad Don Bosco.

¹⁸ Tesis: *Propuesta De Sistemas Energéticos Alternativos Para Sustituir La Leña En La Cocción De Ladrillo Y Teja De Barro En El Salvador.* San Salvador, año 2009. Universidad Don Bosco.

La cadena de secuencia evidencia sus negativas consecuencias asociadas al asolvamiento de los reservorios de las centrales hidroeléctricas, pérdidas de caudal de agua, baja producción de alimento, disminución de la flora y fauna, y finalmente desertificación.

Producción y consumo de leña en El Salvador.

Existe poca información actualizada de la producción y consumo de la leña en el país. Asimismo, no se cuenta con un inventario forestal actualizado que permita conocer la capacidad de producción sostenible de los ecosistemas y recursos forestales presentes. De los datos existentes, uno de los más recientes, expone que la oferta sostenible de la producción de leña para 1999, era de 3,884,298 toneladas (MARN, 2000;PRISMA, 1996; Current y Juárez, 1992)¹⁹.

Tabla 4. Relación oferta-demanda anual de leña en El Salvador para 1992²⁰

Oferta Sostenible de leña	3,884,298.00	toneladas
Demanda de leña por sector residencial	4,184,266.00	toneladas
Demanda de leña por sector industrial	275,000.00	toneladas
Déficit de leña	574,968.00	toneladas
Plantaciones para satisfacer déficit de leña	51,108.00	toneladas

En la tabla 4 se muestran los valores de los requerimientos promedio de leña por unidades de producción industrial y artesanal.

¹⁹ Son los únicos datos encontrados acerca del tema, y ha sido uno de los últimos estudios que han publicado de manera completa.

²⁰ Fuente: CURRENT, D. & JUÁREZ, M. 1992

Tabla 5. Consumo total anual de las industrias y negocios artesanales²¹.

Industria	Consumo TM	
Beneficios de café	35,465.00	
Ingenios de azúcar	908.00	
Caleras	25,281.00	
Salineras	3,300.00	
Ladrilleras	72,522.00	76,951.00
Tejeras	4,429.00	
Moliendas	7,706.00	
Panaderías	80,994.00	
Total	230,605.00	

Tabla 6. Necesidades de leña en las industrias y negocios²²

Industria/negocio	Rendimiento de producción m3/leña
Beneficios de café	2.4 quintales de café oro
Ingenios de azúcar	2,672 quintales de azúcar
Caleras	13.81 quintales de cal
Salineras	3.37 quintales de cal
Ladrilleras	429-884 ladrillos
Tortillería	3,571 tortillas

Un estudio sobre la situación leñera en Centroamérica realizado por Dulin (1984), califica a El Salvador como un país que se encuentra en la situación más grave de la región, en cuanto al abastecimiento de leña.

²¹ Fuente: CURRENT, D. & JUÁREZ, M. 1992

²² Fuente: CURRENT, D. & JUÁREZ, M. 1992

Un 87% del territorio nacional es considerado en situación muy crítica, es decir donde las necesidades de leña superan la disponibilidad, y consecuentemente, provocan escasez y deforestación (Mansur, 1990).

3.2.5 Ecoladrillo como material de construcción.

Para reducir el uso de recursos naturales y la conservación del medio ambiente, es necesario el desarrollo de metodologías, tecnologías y sistemas que permitan el ahorro y reciclado de materiales de construcción, reúso y sustitución por materiales renovables.

La fabricación de ladrillos ecológicos a partir de una reacción química del cemento portland y no del método de cocción, lo convierte en un material con características ambientales y económicas, ampliando sus posibilidades de empleo en la construcción, y convirtiéndolo en una opción para la solución a problemáticas como el agotamiento de recursos no renovables y en una forma de mejoramiento de vivienda en sectores sociales vulnerables. Para poder presentarlo como material de construcción es necesario comprender en sí el concepto de material y todas sus partes teóricas, así como también de los elementos que lo conforman.

Definición de Material.

De acuerdo a la definición general de los materiales, estos son elementos que se encuentran en la corteza terrestre, en el agua y en el aire, y que pueden transformarse y agruparse en un conjunto, convirtiéndose en compuestos, con características superiores a las iniciales.

Los materiales compuestos están formados por dos o más componentes que se pueden distinguir físicamente y separar mecánicamente; presentan varias fases químicamente diferentes, completamente insolubles y separadas por una interface y sus propiedades mecánicas son superiores a la suma de propiedades de sus componentes.

No se consideran materiales compuestos, los polifásicos como las aleaciones metálicas en las que por medio de un tratamiento térmico se cambia la composición de las fases.

Propiedades de los materiales de construcción

Los materiales empleados en la construcción, en general presentan las siguientes propiedades:

- **Físicas:** Dimensión, forma, peso específico, porosidad, contenido de humedad, textura.
- **Químicas:** composición química, acidez o alcalinidad, reactividad química, facilidad de corrosión.
- **Mecánicas:** resistencia a la tensión, compresión cortante, flexión, impacto, rigidez, elasticidad, plasticidad, ductilidad, dureza.
- **Térmicas:** capacidad de conductividad, expansión térmica, contracción térmica, aislamiento térmico.
- **Eléctricas:** capacidad de conductividad, aislamiento eléctrico.
- **Acústicas:** transmisión de sonido, reflexión del sonido, aislamiento del sonido.
- **Ópticas:** transmisión de la luz, reflexión de la luz, filtrado de la luz.

Diseño de materiales

Para el diseño de materiales compuestos, se debe tener en cuenta como mínimo, la presencia de una matriz agregado y una matriz cementante, pues son estas las que confieren la mayoría de propiedades al nuevo material.

Es importante considerar que el nuevo material debe tener una trazabilidad tal, que le permita su reproducción para el uso masivo, dado el caso, y debe cumplir con la estabilidad y durabilidad establecida por su uso.

El nuevo material busca obtener propiedades como: alta compacidad, buenas propiedades reológicas, resistencia mecánica, baja transferencia del calor y del sonido, estabilidad volumétrica, textura, durabilidad, competitividad en costos y otras.

Diseño de mezclas para producir materiales compuestos

Para realizar el diseño de mezclas, es necesario:

- Determinar los volúmenes de los materiales.
- Determinar la dosificación de acuerdo a la resistencia esperada.

Descripción de los componentes básicos del ecoladrillo.

Suelo: La biblioteca Atrium de la Construcción, denomina *suelo* a la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, y que constituye un conjunto complejo de elementos físicos, químicos y biológicos que componen el sustrato natural en el cual se desarrolla la vida en los continentes. Allí, ocurren una serie de procesos químicos, físicos y biológicos que se ven reflejados en la gran variedad de sustratos existentes en la tierra: deposición eólica, sedimentación en cursos de agua, meteorización y deposición de material orgánico. Su textura está determinada por la proporción de las partículas que lo conforman.

En un orden creciente de granulometría, los tipos de suelos pueden clasificarse en arcilla, limo, arena, grava, guijarros, barro o bloques.

Tabla 7. Clasificación de Suelos.

Tabla 7. Clasificación de Suelos.	
Partícula	Tamaño
Arcillas	< 0.002 mm
Limos	0.002 - 0.06 mm
Arenas	0.06 - 2 mm
Gravas	2 - 60 mm
Cantos rodados	60 - 250 mm
Bloques	> 250 mm

**Fuente Angulo D (2010) Biocasa
Cali 2010**

El cemento: Su nombre deriva del caementum, argamasa, en latín. Se atribuye a José Aspid la invención del cemento Portland en 1824, quién lo fabricó con cal mezclada con arcilla cocida en hornos y pulverizada.

Actualmente existen varias clasificaciones de cemento, según el fraguado, la composición química y la aplicación, siendo los nuevos cementantes los encargados de ponerle fin al costoso proceso económico y ambiental que se requiere para la producción del cemento Portland.

3.3 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

CONCEPTO	DIMENSIONES	VARIABLES	INDICADORES
<p>Ladrillo de arcilla cocida:</p> <p>Es un producto hecho básicamente de barro o arcilla con o sin adición de otros materiales, moldeado en forma rectangular con o sin agujeros o cavidades, y endurecido por medio de fuego hasta fusión incipiente; utilizado en la industria de la construcción para estructuras, muros, paredes, pisos y otras aplicaciones arquitectónicas.</p>	Material tradicional	Medio ambiente	<p>Uso de leña</p> <p>Uso de suelo</p> <p>Emisiones de quema</p> <p>Costo de producción</p> <p>Daño ambiental</p>
<p>Ecoladrillo:</p> <p>Es un producto hecho de material selecto y cemento portland, moldeado en forma rectangular, que presente ser sustituto del ladrillo de arcilla cocida tradicional.</p>	Propuesta técnica	<p>Mezclas</p> <p>Resistencia</p>	<p>Cumplimiento de estándares de normas</p>
<p>Material sostenible:</p> <p>Aquellos que no sean dañinos al medio ambiente, duraderos y que necesiten un escaso mantenimiento, que puedan reutilizarse, reciclarse o recuperarse.</p>	Aplicación	Disposición	<p>Beneficio Ambiental</p> <p>Calidad</p> <p>Costo</p>
<p>Investigación Descriptiva:</p> <p>Aquella que tiene como finalidad definir, clasificar, catalogar o caracterizar el objeto de estudio. Los principales métodos de la</p>	Conocimiento	Información y población	<p>Cantidad</p> <p>Disponibilidad</p> <p>Localización</p> <p>Composición</p> <p>Categorías</p>

investigación descriptiva son el observacional, el de encuestas y los estudios de caso único			
Investigación Aplicada: Aquella que busca la aplicación o utilización de los conocimientos (datos) adquiridos por medio del instrumento aplicado	Implementación	Propuesta de material	Aceptación en industria de la construcción
Investigación Experimental: Aquella que utiliza experimentos y los principios encontrados en el método científico.	Pruebas de campo	Tipos de mezclas	Resistencias obtenidas
Encuesta: Serie de preguntas que se hace a una población o muestra de la misma para reunir datos sobre un asunto determinado	Obtención de datos	Tipos de preguntas	Respuestas obtenidas según el tipo de pregunta
Factibilidad Financiera: Es una evaluación que demuestre que el negocio puede ponerse en marcha y mantenerse, mostrando evidencias de que se ha planeado cuidadosamente, contemplado los problemas que involucra y mantenerlo en funcionamiento.	Comercial, Técnica, Administrativa, Legal, Política, Ambiental y Financiera.	Población objetivo, niveles de ingreso esperado	Beneficio/Costo

3.4 HIPÓTESIS.

Las hipótesis son las guías de una investigación o estudio. “Las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado. Se derivan de la teoría existente y deben formularse a manera de proposiciones.” (Sampieri, et al, 2003, p.326)

Para este trabajo de investigación se plantea la siguiente Hipótesis:

El ecoladrillo es el material sustituto al ladrillo de arcilla cocida, ya que cumple lo establecido en las normas ASTM C62 y ASTM C-67, mostrando mejores propiedades físicas, económicas y ambientales.

CAPITULO IV

4. HALLAZGOS EN LA INVESTIGACIÓN

4.1 INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL, FABRICACIÓN DE ECOLADRILLO.

En este capítulo se describen los materiales empleados para la realización de este estudio y se describe la metodología llevada a cabo durante la fabricación del ecoladrillo. Cabe mencionar que la fabricación de las muestras de ecoladrillo se hará en campo, bajo las condiciones reales a las cuales estarán sometida la fabricación en masa.

Usando técnicas manuales para selección de materiales y semi mecanizadas para su procesamiento.

Para los procesos de fabricación se ha tomado como referencia los siguientes manuales:

- **ADOBES COMPRIMIDOS SUELO-CEMENTO UNA ALTERNATIVA ECOLOGICA.** Difundido por Instituto de la Construcción y Gerencia de Perú (ICG). Elaborado por los ingenieros Godofredo Edgar Choque Ruelas y Julio Huaman Meza.
- **LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO: MAMPUESTO TRADICIONAL EN BASE A UN MATERIAL SOSTENIBLE.** Arquitecta Mariana P.Gatani, Argentina 20-1-2000.
- **MANUAL POPULAR CONSTRUCCION DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERIA DE LADRILLO DE SUELO CEMENTO CONFINADO.** Ing Patricia Hasbun, Equipo técnico TAISHIN. El Salvador.

En la primera parte se describen las características y propiedades más interesantes de los materiales que componen el ecoladrillo. Se describe el suelo utilizado como componente fundamental para los ladrillos propuestos, se detallan el cemento Portland como referencia.

4.2 COMPONENTES DEL ECOLADRILLO

El conjunto de suelo, cemento y agua, dosificados y compactados, constituyen los componentes claves para la fabricación del ecoladrillo. Este apartado tiene una gran importancia ya que a la hora de llevar a cabo este proyecto en otra zona geográfica distinta, estos son los pasos que se han de seguir para elaborar los ladrillos ecológicos que se proponen.

4.2.1 Selección del suelo para ecoladrillo

El suelo adecuado para ser estabilizado con cemento es el que da una resistencia elevada y poca contracción al secarse. Esto significa tener aptitud para ser compactado.

Este suelo debe tener presencia de arena, limo y arcilla, aunque estos últimos en escasa proporción, a fin de que den la necesaria cohesión a la mezcla y completen la porción de contenido de fino en la curva de composición granulométrica.

Si alguno de estos componentes estuviera ausente en la composición genuina de la muestra de suelo, o estando presentes no lo hicieran en la proporción deseada, éstos deben ser adicionados hasta acercarse a la composición óptima de trabajo de la tierra para suelo-cemento. Este paso es de vital importancia para evitar que se produzcan comportamientos no deseados de la mezcla por excesiva presencia de arena.

Para reconocer la composición de la muestra de suelo existen pruebas de campo, de sencilla realización, que indicarán cuál es la más indicada para la realización de suelo-cemento.

Método de decantación.

Para la etapa de selección del suelo, el método experimental más sencillo y eficaz es el método de decantación conocido como "método de la botella".

Paso 1, se realiza con una botella transparente o una probeta calibrada en centímetros medidos desde el fondo, este procedimiento debe hacerse con una regla o cinta métrica.

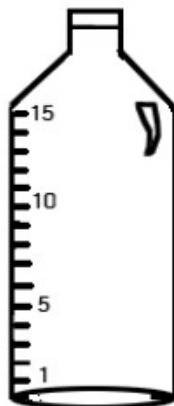


Ilustración 2. Recipiente Calibrado

Paso 2, depositamos suelo en el recipiente hasta los 10 cm y luego vertemos agua hasta completar los 15 cm marcados; después agitamos enérgicamente hasta asegurarnos que el suelo se ha mezclado completamente. Dejándolo reposar por lo menos 45 minutos.

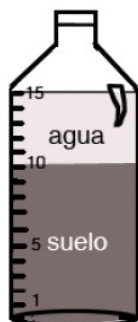


Ilustración 3. Recipiente con medidas de suelo y agua.

Paso 3, Lo primero en identificar es el contenido de arena, de granos gruesos, que decantará en primer lugar. Sobre ésta se asentará el limo y la arcilla, de partículas más pequeñas. Medimos la cantidad de arena que se haya depositado en el fondo de la botella. Dependiendo el tipo de suelo seleccionado, la cantidad de arena variara, pero lo mas importante es que la arena nunca debe ser mayor que 7.5 cm, ni menor que 5 cm.



Ilustración 4. Mediad de decantación de arena

Si la cantidad de arena es menor de 5 cm se deberá agregar arena al suelo hasta llegar al mínimo requerido, pero si por el contrario la cantidad de arena depositada es mayor que 7.5 cm se deberá descartar el suelo y buscar otro banco de este material.

4.2.2 Cemento para ecoladrillo.

Constituye el medio estabilizante. El agregado de cemento mejora las condiciones del suelo respecto a la acción de agentes como la humedad, dándole características de estabilidad y resistencia.

Se emplea para nuestro caso el denominado "portland Tipo I" de la norma ASTM C-1157, provisto por la industria, no excluyendo la posibilidad del empleo de otros tipos de cemento. La dosificación del aglutinante se hará en unidades de volumen en relación a la cantidad de suelo empleado para la mezcla. En las proporciones 1:5, 1:7.5 y 1:10 (Relación Cemento: Arena)

4.2.3 El agua para fabricación de ecoladrillo.

La función del agua es hidratar el cemento y hacerlo "reaccionar" y contribuir a la máxima compactación del suelo. El agua a añadir a la mezcla debe ser limpia y no contener materiales en suspensión o en disolución tales como sulfatos o cloruros, o materias orgánicas.

Es determinante el control de la cantidad de agua de la mezcla, ya que ésta actúa como lubricante de las partículas de la mezcla. Si resulta excesivamente húmeda o, por el contrario seca, ambos estados se reflejan en la trabajabilidad del material y, posteriormente, en el acabado superficial, la resistencia y durabilidad del mismo.

4.3 MÉTODO DE FABRICACIÓN DE ECOLADRILLO.

En función del producto a elaborar se organizan las etapas de producción en relación a la técnica seleccionada. Esto es, diseño de los métodos, disponibilidad de materiales, mano de obra y del equipamiento técnico necesario.

Para la elaboración de ecoladrillo, las etapas generales del procedimiento de elaboración consisten en:

- Secado del Suelo
- Tamizado del Suelo
- Dosificación y mezclado de componentes en seco
- Adición de agua

- Compactación y moldeo
- Acopio y curado

4.3.1 Secado Del Suelo

Especialmente si la tierra ha sido extraída del lugar y a profundidad considerable es posible que contenga un gran porcentaje de humedad.

Con excesiva humedad resulta muy difícil realizar el tamizado, debido a la cohesión entre partículas; para lo cual es necesario esparcir la tierra uniformemente, con un espesor no mayor de 30 cm para que el aire y el sol penetren en la totalidad del volumen de tierra, sobre una superficie plana y seca.

Cuanto más seco y más granular sea el suelo, la mezcla será más homogénea, favoreciendo así la estabilización.

4.3.2 Tamizado del Suelo

Con el objeto de eliminar partículas superiores a 5 mm, es recomendable pasar la tierra por una criba o tamiz. Esta tarea no sólo asegurará una eficiente compactación sino que promoverá el correcto uso y mantenimiento de los equipos mecánicos empleados.

4.3.3 Dosificación y mezclado de componentes en seco

La cantidad de aglutinante necesario para la estabilización, en este caso cemento, dependerá de la proporción seleccionada. Para nuestro caso las proporciones 1:5, 1:7.5 y 1:10 (relación cemento: suelo)

Es muy importante que el suelo y el cemento sean premezclados en seco, previo a la adición de agua, hasta obtener una mezcla de color uniforme. El mezclado se hará de forma mecánica utilizando una concreteira.

4.3.4 Adición de agua.

La incorporación de agua es necesaria porque activa la acción cohesiva de las arcillas. Actúa como lubricante para mejorar la compresión y activa la reacción con el cemento.

Una vez lograda la mezcla íntima de suelo y cemento en seco, se le agrega agua en forma de lluvia con una regadera o similar, hasta conseguir que la humedad se distribuya uniformemente en la mezcla.

Se continúa mezclando por unos minutos en la máquina y, mediante un sencillo ensayo de campo, conocido como la "prueba de la muñeca", se determina, en forma práctica, la humedad óptima de la mezcla:

Se toma un puñado de tierra humedecida y se aprieta con la mano.



Ilustración 5. Prueba de la muñeca.

Se deja caer desde la altura de 1 metro.



Ilustración 6. Altura de caída de la muestra.

El resultado de la observación puede determinar las siguientes situaciones:

- La mezcla no se rompe y, al caer, se aplasta, dejando parte de la mezcla pegada en la mano, hay exceso de agua.
- La mezcla se desmorona sin conservar la forma de la mano, hay insuficiencia de agua.
- La mezcla se desintegra, en una cantidad considerable de terrones, semejante a la mezcla original, la humedad es óptima.

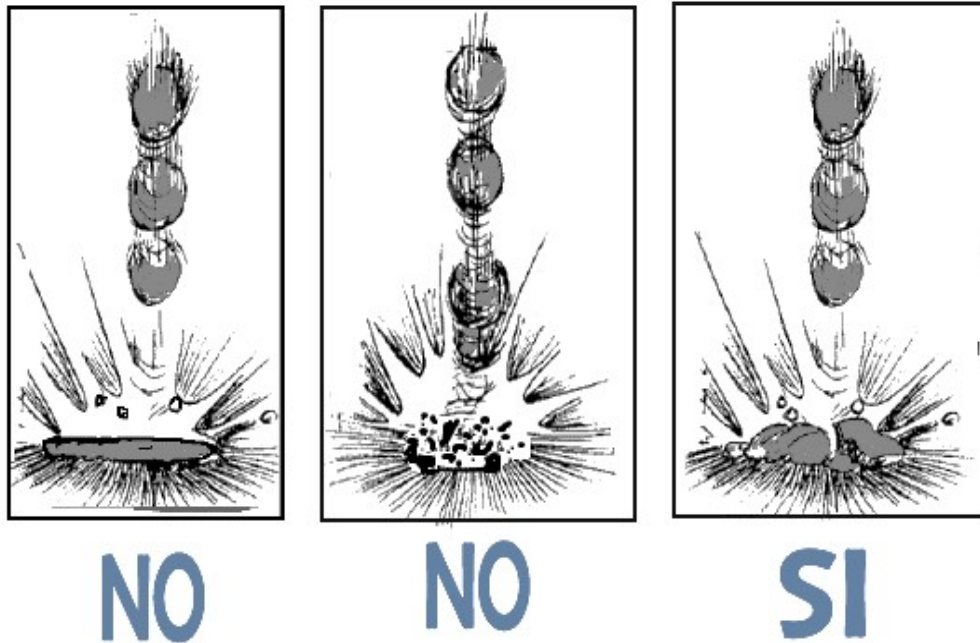


Ilustración 7. Resultados de la prueba de muñeca.

Cabe mencionar que después de agregar el agua a la mezcla el tiempo de fraguado de la mezcla es de una hora, pasada una hora deberá desecharse la mezcla no utilizada, esto como una medida estricta de control de calidad.

4.3.5 Compactación y moldeo

Mediante la operación de compactación, la mezcla suelta se comprime hasta un cierto límite, disminuyendo su volumen inicial y transformándose en una masa más compacta y con un mínimo de vacíos.

La compactación y moldeo de los ladrillos se hará en una máquina moldeadora de marca ADOPRES, de fabricación individual de ladrillos de suelo-cemento. Esta máquina produce ladrillos y bloques de suelo-cemento de excelente calidad, cuyo esquema de funcionamiento está basado en la fuerza de compresión que se produce por un sistema de prensa hidráulica.



Ilustración 8. Máquina ADOPRES 1000

4.3.6 Acopio y curado

Para asegurar el fraguado eficiente de los ladrillos, éstos deben ser almacenados con una adecuada protección frente al sol y la lluvia. Al igual que las piezas moldeadas en cemento o concreto, durante las primeras 24 horas de fabricación de los ladrillos debe controlarse que no se produzcan pérdidas bruscas de humedad.

Ello se logra cubriendo la producción del día de la siguiente manera: Se coloca una carpa de plástico, de modo tal que se asegure que no se va a producir infiltración de aire por los bordes, apoyando ladrillos secos en el perímetro.

Al día siguiente se trasladan los ladrillos a la pila de estiba, recomendándose humedecer estos con una regadera y volver a tapar con la carpa de plástico.

Es conveniente mantener el riego hasta los 8 días de edad, formando con la carpeta plástica una cámara de curado.



Ilustración 9. Acopio y Curado de Ladrillo

4.4 DISEÑO VOLUMÉTRICO EN PROPORCIONES 1:5, 1:7.5 Y 1:10

- a) El primer paso será la selección del tipo de suelo, para cual someteremos a la prueba de decantación a material extraído del banco de tierra blanca de El Delirio.



Ilustración 10. Se muestra la decantación del suelo.

- b) Después de la selección del tipo de suelo que cumple con las condiciones requeridas, se procede a la cuantificación de los volúmenes de materiales, en base a las medidas del ecoladrillo. La cantidad de aglutinante necesario para la estabilización, en este caso cemento, se hará en medidas volumétricas, utilizando para ello una cubeta de un galón. Para la proporción 1:5, se utilizará 5 medidas de suelo por 1 de medida de cemento. Para la proporción 1:7.5, se utilizará 7 1/2 medidas de suelo por 1 de medida de cemento. Para la proporción 1:10, se utilizará 10 medidas de suelo por 1 de medida de cemento.

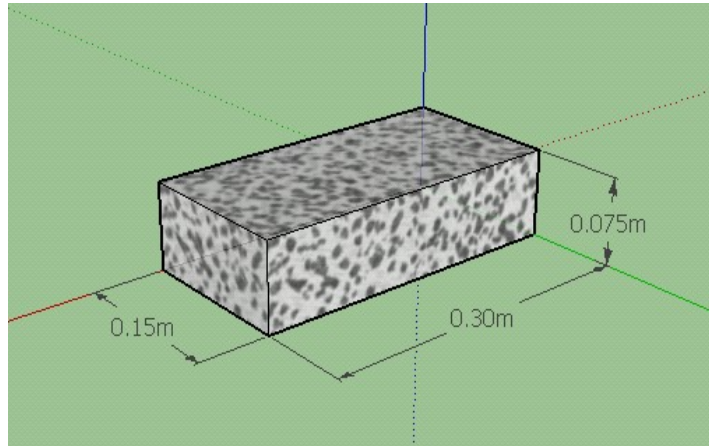


Ilustración 11. Dimensiones propuesta para ecoladrillo

c) El suelo es tamizado en malla de 5 mm, para liberarla de granulometría gruesa.



Ilustración 12. Proceso de tamizado de suelo.

- d) Estas proporciones serán mezcladas en seco dentro de una concretera mecánica, hasta la obtención de una mezcla de color uniforme, a la cual se le aplicara agua gradualmente en forma de regadera hasta obtener la humedad óptima.



Ilustración 13. Mezclado de los agregados

e) La humedad óptima será verificada por la prueba del puño descrita anteriormente.



Ilustración 14. Verificación de humedad.

f) Cuando se ha verificado que se obtuvo la humedad óptima en la mezcla, se procede a su traslado hacia la tolva de recepción la maquina ADOPRES, para iniciar su fabricación.



Ilustración 15. Carga de Material en Máquina.

- g) La fabricación se logra por medio de la máquina ADOPRESS, que aplica presión hidráulica promedio de 800 psi, al material contenido en el molde. Formando así el ecoladrillo.



Ilustración 16. Fabricación de ecoladrillo.



Ilustración 17. ecoladrillo terminado.

4.5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.5.1 ANÁLISIS DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE ECOLADRILLO.

El enfoque específico de esta investigación es el de analizar las características económicas de producción de un ladrillo de suelo cemento como una propuesta para reemplazar el ladrillo tradicional de arcilla, convirtiéndose en una opción que se aplique en la construcción.

Para determinar el efecto económico de algunas de las facetas que componen la producción para el ladrillo de suelo cemento, se considera importante cuantificar los aspectos directos de materiales y mano de obra, de forma tal que se puedan apreciar los posibles costos y demás factores eminentemente económicos, que nos permita evaluar la factibilidad de producción.

El ladrillo de suelo-cemento pretende, no sólo igualar, sino superar aquellos atributos cualitativos del ladrillo de arcilla. El siguiente análisis aborda el aspecto cuantitativo en lo referente a costo del producto, tomando en consideración las variables que intervienen en la fabricación.

Costos de fabricación de ecoladrillos

Para establecer el costo de fabricación de los ecoladrillos, se deberán encontrar los costos individuales para materiales, herramientas, equipo y mano de obra.

En el análisis del costo de materiales debe considerarse su transporte desde el lugar donde están establecidos los bancos de materiales hasta el lugar de fabricación de las unidades, en nuestro caso la ciudad de San Miguel.

En este estudio se ha considerado utilizar suelo del banco de material de El Delirio y Cemento ASTM C-1157.

- **Material Suelo.**

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, se calcula el costo de un metro cubico del suelo puesto en el lugar de fabricación.

Para un camión con capacidad de 14 m³, el costo de transporte es de \$130.00 (considerando camión propio), desde el banco hasta el lugar de fabricación, incluyendo el valor del material en el banco.

De esta cantidad de material que llega a la fábrica, se debe tamizar con malla #5. Durante este proceso se descarta el material grueso que en promedio es de 2 m³ por cada 14 m³ de suelo.

Entonces el costo unitario para un metro cubico de suelo útil es:

$$\$130.00/12m^3 = \$10.83/m^3$$

- **Material Cemento ASTM C-1157**

Se utilizó Cemento del tipo 1, de la norma ASTM C-1157, con un precio de mercado promedio de \$8.60 por cada bolsa. Teniendo así un precio sin IVA de **\$7.61 por bolsa**.

- **Mano de obra.**

Para una producción de 500 unidades por jornada de 8 horas, se considera la utilización de 3 hombres, estimando un salario individual de \$10.00, entonces el costo de fabricación de mano de obra por jornada es de \$30.00.

Por lo tanto el costo de mano de obra para la fabricación de los ecoladrillos será de: \$30.00/500 unidades = **\$0.06/unidad**.

- **Herramientas.**

Las herramientas utilizadas por jornadas para la fabricación son:

1 malla de 5mm.

1 pala.

4 cubetas plásticas.

1 azadón.

2 carretillas.

Para calcular el costo de utilización de herramientas, se considera el precio en el mercado de cada una de ellas y la duración en horas.

Se consideró para el análisis solo costos de materias primas y mano de obra. Los cálculos de cada una de las herramientas se muestran en la tabla 8, formada por 8 columnas, donde:

Columna 1: se muestra el tipo de herramienta utilizada.

Columna 2: se presenta el número de herramientas utilizadas por jornada.

Columna 3: se muestra el precio de cada herramienta según mercado.

Columna 4: se muestra la duración en horas de cada herramienta.

Columna 5: se presenta el costo por hora de cada herramienta, este resulta de dividir la columna 3 entre la columna 4.

Columna 6: se presenta el costo de para una sola herramienta por la jornada de 8 horas.

Columna 7: se muestra el costo por jornada de acuerdo al número de herramienta que se han utilizado (resulta de multiplicar la columna 2 por la columna 6).

Columna 8: se muestra el costo que implica el uso de herramientas para cada ecoladrillo, esto resulta de dividir la columna 7 entre la producción diaria (500 unidades)

Tabla 8. Costo de herramientas para fabricar mil unidades de ecoladrillo.

Herramientas	Cantidad	Precio de Herramienta	Duración (horas)	Costo/hora	Costo/jornada de 8 horas	Costo/jornada de acuerdo al No. de herramientas	Costo de herramienta por ecoladrillo
Malla 5x5 mm	1	\$5.60	378	\$0.0144	\$0.1152	\$0.1152	\$0.00023
Pala	1	\$5.55	575	\$0.0096	\$0.0768	\$0.0768	\$0.00015
Cubeta	3	\$1.50	250	\$0.006	\$0.048	\$0.144	\$0.00029
Azadón	1	\$11.25	575	\$0.0196	\$0.1568	\$0.1568	\$0.00031
Carretillas	1	\$45.00	750	\$0.0613	\$0.4904	\$0.4904	\$0.00098

- **Equipo o maquinaria.**

Máquina ADOPRES1000

Los ladrillos de suelo cemento se fabrican con maquina hidráulica ADOPRES1000. Se considera una producción diaria de 500 unidades, para lo cual se obtiene una producción anual (considerando 310 días de producción anual) de **155,000** unidades aproximadamente.

Si el precio de la maquina en el mercado es de **\$2,500.00** y su respectivo porcentaje de depreciación por año es de 20% (considerando 5 años de vida útil), entonces:

$$\text{Depreciación} = \$2,500.00 \times 20\% / 100\% = \mathbf{\$500.00/\text{año}}$$

Así la incidencia de la depreciación de la maquina en el costo unitario de cada ladrillo es:

$$\$500.00 / 155,000 \text{ ecoladrillos} = \mathbf{\$0.0032/ \text{ ecoladrillo}}$$

El gasto energético del equipo lo calcularemos partiendo del dato de la potencia del motor que posee la maquina ADOPRES1000 utilizada para la fabricación. La potencia del motor es de 1.5 HP, equivalente a 1.12 kilovatios (1 kilovatio=1.341HP). La tarifa actual de 1 kilovatio-hora, tiene un valor de \$0.27, según recibo de energía eléctrica de la fábrica, tomando en cuenta que la compresión de un ecoladrillo dura 26 segundos, así el de consumo de energía en la hechura de cada ecoladrillo es:

$$\$0.27 \times 1.12 \times 26 / 3600 \text{ segundos} = \mathbf{\$0.0022 / ecoladrillo.}$$

Concreteira de una bolsa

La mezcla de los agregados se realiza en la maquina mezcladora de concreto, con un valor en mercado de **\$2,000.00** a lo cual le calcularemos su respectivo porcentaje de depreciación por año es de 20% (considerando 5 años de vida útil), entonces:

$$\text{Depreciación} = \$2,000.00 \times 20\% / 100\% = \mathbf{\$400.00/año}$$

Así la incidencia de la depreciación de la maquina en el costo unitario de cada ladrillo es:

$$\$400.00 / 155,000 \text{ ecoladrillos} = \mathbf{\$0.0026 / ecoladrillo}$$

Gasto de combustible; la concreteira tiene una capacidad de producción de 5m³ por hora. Si la producción promedio diaria de ecoladrillo es de 500 unidades, (medidas de ecoladrillo 30x15x7.5 cm) con un volumen por unidad de 0.00338 m³, considerando un 25% de volumen de compactación 0.0042 m³.

Para cubrir la producción diaria se necesita un volumen de:

$$\text{Volumen de material diario} = 0.0042 \times 500 = 2.1 \text{ m}^3.$$

La cantidad de tiempo de trabajo para la concreteira es de:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de trabajo de concreteira} &= 2.1 \text{ m}^3 / (5 \text{ m}^3 / 1 \text{ hora}) = 0.42 \text{ hora} \times (60 \text{ min} / 1 \text{ hora}) = \\ &= 25.2 \text{ minutos} \end{aligned}$$

El consumo de gasolina para este tipo de maquina es de 0.2 gln/hora

$$\begin{aligned} \text{Gasto de combustible por producción diaria} &= 0.2 \text{ gln/hr} \times (1 \text{ hr} / 60 \text{ min}) = 0.00333 \text{ gln/min} \times \\ &25.2 \text{ min} = 0.084 \text{ gln} \end{aligned}$$

El costo promedio de mercado de la gasolina regular es de \$3.40/galón

Costo de la gasolina en la fabricación de un ecoladrillo, es igual a:

$$(0.084 \text{ gal} \times \$3.40/\text{gal})/500 = \mathbf{\$0.0006/ \text{ ecoladrillo}}$$

Análisis de precios unitarios.

Estos análisis de precios unitarios se han calculado encontrando el costo de los diferentes rubros (materiales, herramientas, equipo y mano de obra) que intervienen en su proceso de fabricación.

Para cuantificar los materiales por cada ladrillo es muy importante el volumen de cada ladrillo. Para los ecoladrillos se tiene las dimensiones de 0.30x0.15x0.075, dando un volumen en metros cubico de: 0.00338 m³ por unidad.

- **Análisis de precios unitarios para ecoladrillo proporción 1:5.**

El análisis de precio unitario se hará para la fabricación de 1,000 especímenes, teniendo un volumen por unidad de 0.00338 m³ y un volumen total de 3.38 m³, este volumen se divide en seis partes iguales, una de cemento y cinco de suelos.

$$\text{Cemento} = 0.5633 \text{ m}^3 \times (1 \text{ bolsa}/0.0283 \text{ m}^3) = 19.90 \text{ bolsas}$$

$$\text{Suelo} = 0.5633 \text{ m}^3 \times 5 = 2.8165 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \text{se considera la humedad optima con el 20\% de agua} = 0.20 \times 3.38 \text{ m}^3 = 0.676 \text{ m}^3$$

Tabla 9.Precio unitario Proporción 1:5

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS 1:5					
PARTIDA:	FABRICACION DE LADRILLO DE ECOLADRILLO PROPORCION 1:5			UNIDAD:	1,000
A- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
CEMENTO	BOLSA	19.9000	\$ 7.6100	\$ 151.4400	
TIERRA BLANCA (LIMO)	M3	2.8150	\$ 10.8300	\$ 30.4900	
AGUA	M3	0.6760	\$ 0.8000	\$ 0.5400	
			SUB - TOTAL:		
				\$ 182.4700	
B-MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIE NTO DIAS	SUB TOTAL
MANO DE OBRA (3)	\$ 8.00	\$ 2.00	\$ 10.00	2.00	\$ 60.0000
			SUB - TOTAL:		
				\$ 60.0000	
C- HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/ LADRILLO	SUB TOTAL
Malla 5x5 mm	C/U	1	1000	\$ 0.00023	\$ 0.2300
Pala	C/U	1	1000	\$ 0.00015	\$ 0.1500
Cubeta	C/U	3	1000	\$ 0.00029	\$ 0.2900
Azadón	C/U	1	1000	\$ 0.00031	\$ 0.3100
Carretillas	C/U	1	1000	\$ 0.00098	\$ 0.9800
			SUB - TOTAL:		
				\$ 1.9600	
D-EQUIPO					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
Concretera de 1 bolsa		\$/LADRILLO	1,000.00	\$ 0.0032	\$ 3.2000
ADOPRES 1000		\$/LADRILLO	1,000.00	\$ 0.0054	\$ 5.4000
			SUB - TOTAL:		
				\$ 8.6000	
				COSTO DIRECTO = A + B + C + D	
				\$253.0300	
				CANTIDAD DE PRODUCCION	
				1000.00	
				PRECIO UNITARIO	
				\$0.2530	

- **Análisis de precios unitarios para ecoladrillo proporción 1:7.5**

El análisis de precio unitario se hará para la fabricación de 1,000 especímenes, teniendo un volumen por unidad de 0.00338 m^3 y un volumen total de 3.38 m^3 , este volumen se divide entre 8.5, una de cemento y siete punto cinco de suelos.

Para este caso lo representaremos en porcentajes:

Cemento= $1 \text{ parte de cemento} / 8.5 = 11.76\%$ de cemento

Suelo= $7.5 \text{ partes de suelo} / 8.5 = 88.24\%$ de suelo.

Entonces:

Cemento= $3.38 \text{ m}^3 \times 11.76\% \times (1 \text{ bolsa}/0.0283 \text{ m}^3) = 14.04 \text{ bolsas}$

Suelo= $3.38 \text{ m}^3 \times 88.24\% = 2.9825 \text{ m}^3$

Agua= se considera la humedad optima con el 20% de agua = $0.20 \times 3.38 \text{ m}^3 = 0.676 \text{ m}^3$

Tabla 10. Precio unitario proporción 1:7.5

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS 1:7.5						
PARTIDA:	FABRICACION DE LADRILLO DE ECOLADRILLO PROPORCION 1:7.5				UNIDAD:	1,000
A- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL		
CEMENTO	BOLSA	14.0400	\$ 7.6100	\$ 106.8400		
TIERRA BLANCA (LIMO)	M3	2.9825	\$ 10.8300	\$ 32.3000		
AGUA	M3	0.6760	\$ 0.8000	\$ 0.5400		
SUB - TOTAL:				\$ 139.6800		
B-MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO DIAS	SUB TOTAL	
MANO DE OBRA (3)	\$ 8.00	\$ 2.00	\$ 10.00	2.00	\$ 60.0000	
SUB - TOTAL:				\$ 60.0000		
C- HERRAMIENTAS						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/LADRILLO	SUB TOTAL	
Malla 5x5 mm	C/U	1	1000	\$ 0.00023	\$ 0.2300	
Pala	C/U	1	1000	\$ 0.00015	\$ 0.1500	
Cubeta	C/U	3	1000	\$ 0.00029	\$ 0.2900	
Azadón	C/U	1	1000	\$ 0.00031	\$ 0.3100	
Carretillas	C/U	1	1000	\$ 0.00098	\$ 0.9800	
SUB - TOTAL:				\$ 1.9600		
D-EQUIPO						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL		
Concretera de 1 bolsa	\$/LADRILLO	1,000.00	\$ 0.0032	\$ 3.2000		
ADOPRES 1000	\$/LADRILLO	1,000.00	\$ 0.0054	\$ 5.4000		
SUB - TOTAL:				\$ 8.6000		
COSTO DIRECTO = A + B + C + D					\$210.2400	
CANTIDAD DE PRODUCCION					1000	
PRECIO UNITARIO					\$0.2102	

- **Análisis de precios unitarios para ecoladrillo proporción 1:10**

El análisis de precio unitario se hará para la fabricación de 1,000 especímenes, teniendo un volumen por unidad de 0.00338 m^3 y un volumen total de 3.38 m^3 , este volumen se divide entre 11 partes iguales, una de cemento y diez de suelos.

$$\text{Porciones} = 3.38 \text{ m}^3 / 11 = 0.3072 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 0.3072 \text{ m}^3 \times (1 \text{ bolsa} / 0.0283 \text{ m}^3) = 10.85 \text{ bolsas}$$

$$\text{Suelo} = 0.3072 \text{ m}^3 \times 10 = 3.072 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \text{se considera la humedad optima con el 20\% de agua} = 0.20 \times 3.38 \text{ m}^3 = 0.676 \text{ m}^3$$

Tabla 11. Análisis de precio unitario proporción 1:10

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS 1:10						
PARTIDA:	FABRICACION DE LADRILLO DE ECOLADRILLO PROPORCION 1:10				UNIDAD:	1,000
A- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL		
CEMENTO	BOLSA	10.8500	\$ 7.6100	\$ 82.5700		
TIERRA BLANCA (LIMO)	M3	3.0720	\$ 10.8300	\$ 33.2700		
AGUA	M3	0.6760	\$ 0.8000	\$ 0.5400		
			SUB - TOTAL:	\$ 116.3800		
B-MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO DIAS	SUB TOTAL	
MANO DE OBRA (3)	\$ 8.00	\$ 2.00	\$ 10.00	2.00	\$ 60.0000	
			SUB - TOTAL:	\$ 60.0000		
C- HERRAMIENTAS						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/ LADRILLO	SUB TOTAL	
Malla 5x5 mm	C/U	1	1000	\$ 0.00023	\$ 0.2300	
Pala	C/U	1	1000	\$ 0.00015	\$ 0.1500	
Cubeta	C/U	3	1000	\$ 0.00029	\$ 0.2900	
Azadón	C/U	1	1000	\$ 0.00031	\$ 0.3100	
Carretillas	C/U	1	1000	\$ 0.00098	\$ 0.9800	
			SUB - TOTAL:	\$ 1.9600		
D-EQUIPO						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL		
Concretera de 1 bolsa	\$/LADRILLO	1,000.00	\$ 0.0032	\$ 3.2000		
ADOPRES 1000	\$/LADRILLO	1,000.00	\$ 0.0054	\$ 5.4000		
			SUB - TOTAL:	\$ 8.6000		
COSTO DIRECTO = A + B + C + D					\$186.9400	
CANTIDAD DE PRODUCCION					1000	
PRECIO UNITARIO					\$0.1869	

4.5.2 ANÁLISIS DE PRUEBAS DE LABORATORIO.

Después de haber realizado los diseños volumétricos de cada una de las mezclas y fabricar una determinada cantidad de unidades, es necesario realizar pruebas de laboratorio para conocer las propiedades físicas y mecánicas que estas presentan; el procedimiento para realizar estas pruebas o ensayos se hace de forma similar a las pruebas que se le realizan a los ladrillos de barro cocido, cuyos procedimientos se encuentran en las normas ASTM C-62 y ASTM C-67.

Las pruebas de laboratorio son un parámetro técnico para determinar la calidad de un material. Se han realizado pruebas de compresión simple, absorción y flexión (módulo de ruptura) para cada proporción de mezclas respectivas y para especímenes de ladrillo de arcilla.

Los especímenes sometidos a las pruebas de laboratorio cumplieron con 28 días de curado, garantizando así el desarrollo de su resistencia.

Por cada prueba a realizar se seleccionaron al azar dentro de un mismo lote de fabricación, 9 especímenes de cada proporción (1:5, 1:7.5 Y 1:10), Distribuyendo 3 especímenes de cada mezcla, para cada una de las pruebas correspondientes.

Así mismo se sometieron a las pruebas de laboratorio correspondientes 9 especímenes de ladrillo de arcilla cocida.

PRUEBA DE COMPRESIÓN SIMPLE.

Esta es una de las pruebas de laboratorio más importante para medir la calidad de un material y sirve para determinar la resistencia. La prueba consiste en aplicar una carga constante a un espécimen hasta que este falle, con lo cual se llega a determinar su resistencia a la compresión.

La prueba de resistencia a la compresión se ha realizado a la edad de 28 días de cada ladrillo, para lo cual se han tomado 3 unidades para realizarle esta prueba.

Tabla 12. Resumen de prueba de compresión

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MEZCLA	MUESTRA	LARGO (cm)	ALTO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	AREA/2 (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia de compresión (Kg/cm ²)	PROMEDIO COMPRESION (Kg/cm ²)
Ladrillo de arcilla	1.1	27.50	7.00	14.50	398.75	199.38	15182.41	76.15	75.72
	1.2	27.00	7.00	14.50	391.50	195.75	15331.14	78.32	
	1.3	27.50	7.00	14.50	398.75	199.38	14490.58	72.68	
1;5	1.1	30.00	7.90	15.00	450.00	225.00	40360.50	179.38	205.23
	1.2	30.00	7.90	15.00	450.00	225.00	50352.75	223.79	
	1.3	30.00	7.50	15.00	450.00	225.00	47819.25	212.53	
1; 7.5	1.1	30.00	7.00	15.00	450.00	225.00	23544.00	104.64	113.66
	1.2	30.00	6.80	15.00	450.00	225.00	25805.25	114.69	
	1.3	30.00	6.80	15.00	450.00	225.00	27373.50	121.66	
1; 10	1.1	30.00	7.50	15.00	450.00	225.00	16848.00	74.88	74.80
	1.2	30.00	7.50	15.00	450.00	225.00	17401.50	77.34	
	1.3	30.00	7.50	15.00	450.00	225.00	16238.25	72.17	
ASTM C62									87.5

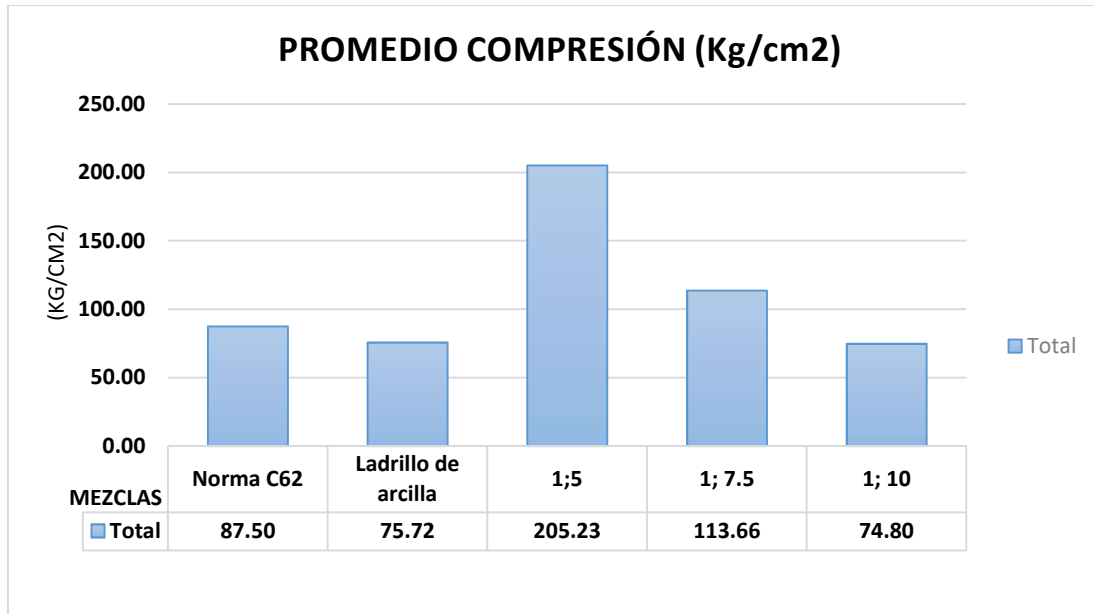
El contenido que se presenta en la tabla 12, es el siguiente:

- Columna 1, contiene las diferentes mezclas y los especímenes de ladrillo de arcilla
- Columna 2, representa las unidades ensayadas de cada diseño enumeradas.
- Columna 3 y 4, representa las medidas de ancho y largo para cada muestra.
- Columna 5, se presenta las medidas correspondiente a lo alto.
- Columna 6, identifica el área, la cual se calcula de las columnas 3 y 4.
- Columna 7, tiene los valores del área dividida entre dos, porque en base a la norma los ladrillos se parten a la mitad, para la prueba.
- Columna 8, contiene la carga aplicada con la cual fallo la muestra.
- Columna 9, muestra el esfuerzo de compresión soportado por cada muestra, el cual se obtiene de dividir la columna 7 entre la columna 6.
- Columna 10, contiene los promedios de esfuerzos para cada diseño de muestras.

ANÁLISIS DE PRUEBAS DE COMPRESIÓN

Para el análisis de pruebas de compresión, se comparan los esfuerzos promedio de los ecoladrillos con los ladrillos de arcilla cocida, suministrados por una ladrillera local, y todos estos comparándolos también con el valor mínimo de resistencia a compresión establecido en la norma ASTM C62, para ladrillos de arcilla cocida categoría NW (ladrillos solidos), el cual es de 87.5Kg/cm².

Gráfica 1. Promedio de resultados prueba de compresión.



En la gráfica 1, se muestran los promedios de esfuerzos de compresión para las mezclas de eco ladrillo en proporciones 1:5, 1:7.5 y 1:10.

Observándose que las proporciones 1:5 y 1:7.5, tienen mayores valores de esfuerzos que los especímenes de ladrillo de arcilla cocida que es de 75.72 Kg/cm².

Haciendo la comparación con el valor de la norma ASTM C62 se tiene que las proporciones 1:5, 1:7.5 alcanzan mayores esfuerzos de compresión que el establecido en la norma, siendo la proporción 1:5 la que mejor resultado tiene con un promedio de 205.23 Kg/cm², seguido de la proporción 1:7.5 con un promedio de 113.66 Kg/cm².

La proporción 1:10, no cumple con lo mínimo establecido en la norma.

PRUEBA DE ABSORCIÓN.

Con esta prueba se determina la cantidad de agua que las unidades van a incorporar hasta saturar sus poros, la prueba se realizó a mitades de unidades de ecoladrillo, tomando 3 unidades por cada diseño, y 3 unidades de ladrillos de arcilla.

Tabla 13. Resumen de prueba de absorción.

1	2	3	4	5
MEZCLA	MUESTRA	Peso de ladrillo (grs)	Absorción (%)	PROMEDIO Absorción (%)
Ladrillo de arcilla	1.1	4,754.00	8.22	10.59
	1.2	4,487.00	13.96	
	1.3	4,815.00	9.58	
1:5	1.1	5,892.00	3.46	3.52
	1.2	6,076.00	3.90	
	1.3	6,083.00	3.21	
1:7.5	1.1	5,696.00	4.94	4.49
	1.2	5,819.00	3.43	
	1.3	5,754.00	5.10	
1: 10	1.1	5,678.00	16.77	16.50
	1.2	5,684.00	17.48	
	1.3	5,680.00	15.24	

Los datos obtenidos que se presentan en la tabla 13, tienen el siguiente contenido

Columna 1, contiene las diferentes proporciones y los especímenes de ladrillo de arcilla

Columna 2, representa las unidades ensayadas de cada diseño enumeradas.

Columna 3, se presenta el peso en la condición saturado.

Columna 4, se coloca la absorción por cada unidad.

Columna 5, contiene los promedios de absorción para cada diseño.

ANÁLISIS DE PRUEBAS DE ABSORCIÓN.

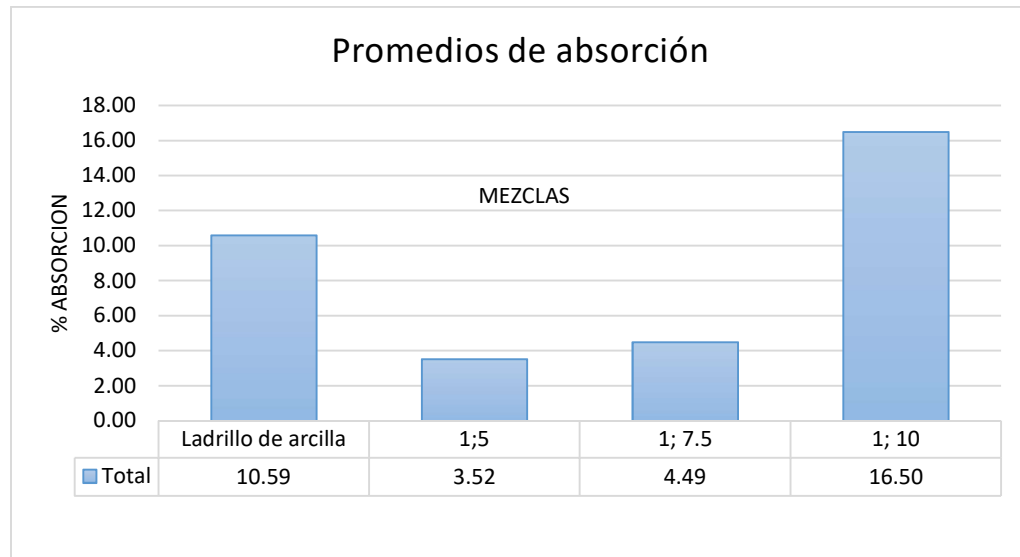
Para el análisis de las pruebas de porcentaje de absorción en la norma ASTM C62 para ladrillos de arcilla cocida categoría NW (ladrillos solidos), se tiene que el valor del porcentaje de absorción se establece sin límite, por lo que no se tiene un valor con el cual se pueda comparar con los promedios de absorción del ecoladrillo.

Por lo tanto, tenemos que el valor mínimo de absorción se tomara como el más óptimo, ya que debido a que entre mayor sea el porcentaje de absorción del ladrillo se tendrán las siguientes condiciones negativas:

- Absorción de humedad al mortero de pega, lo cual empobrece y debilita el mortero.

- Paso de humedad hacia dentro de las estructuras.
- Generación de cristales debido a la presencia de agentes alcalinos en el agua absorbida por el ladrillo.

Gráfica 2. Promedios de prueba de absorción.



En la gráfica 2, se muestran los promedios de absorción para los especímenes de ladrillo de arcilla cocida y para los ecoladrillos, de lo cual se puede observar que las proporciones 1:5 y 1:7.5 son las más óptimas.

PRUEBA DE FLEXIÓN (MÓDULO DE RUPTURA)

Esta prueba se realiza apoyando el espécimen entero por sus extremos y sometiéndolo a una carga transversal; con la prueba de flexión se determina el módulo de ruptura que es un parámetro de la resistencia a la flexión transversal de un material, para cual se tomaran unidades enteras para cada diseño incluyendo los especímenes de ladrillo de arcilla.

Tabla 14. Resumen de pruebas de flexión.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
MEZCLA	MUESTRA	LARGO (cm)	ALTO (cm)	ANCHO (cm)	DIST. ENTRE APOYOS (cm)	CARGA W (kgs)	MODULO DE RUPTURA (kgs/cm ²)	PROMEDIO MODULO DE RUPTURA (kgs/cm ²)
Ladrillo de arcilla	1.1	27.50	7.00	14.50	23.50	115.00	4.31	7.66
	1.2	27.50	7.00	14.50	23.50	163.00	6.63	
	1.3	27.50	7.00	14.50	23.50	310.00	12.03	
1;5	1.1	30.00	7.90	15.00	26.00	374.00	22.09	17.49
	1.2	30.00	7.90	15.00	26.00	338.00	15.55	
	1.3	30.00	7.50	15.00	26.00	302.00	14.83	
1; 7.5	1.1	30.00	7.00	15.00	26.00	374.00	16.09	15.84
	1.2	30.00	6.80	15.00	26.00	374.00	16.16	
	1.3	30.00	6.80	15.00	26.00	374.00	15.28	
1; 10	1.1	30.00	7.50	15.00	26.00	193.09	9.68	11.24
	1.2	30.00	7.50	15.00	26.00	227.16	11.27	
	1.3	30.00	7.50	15.00	26.00	255.56	12.77	

Los datos obtenidos que se presentan en la tabla 14, se explica de la siguiente manera:

Columna 1, contiene las diferentes proporciones y los especímenes de ladrillo de arcilla

Columna 2, representa las unidades ensayadas de cada diseño enumeradas.

Columna 3, 4 y 5, se presenta las dimensiones de largo, ancho y alto respectivamente de cada muestra.

Columna 6, contiene las distancias entre los apoyos, la cual se obtiene restando el largo del ladrillo 4 centímetros.

Columna 7, se presenta la carga aplicada a cada muestra.

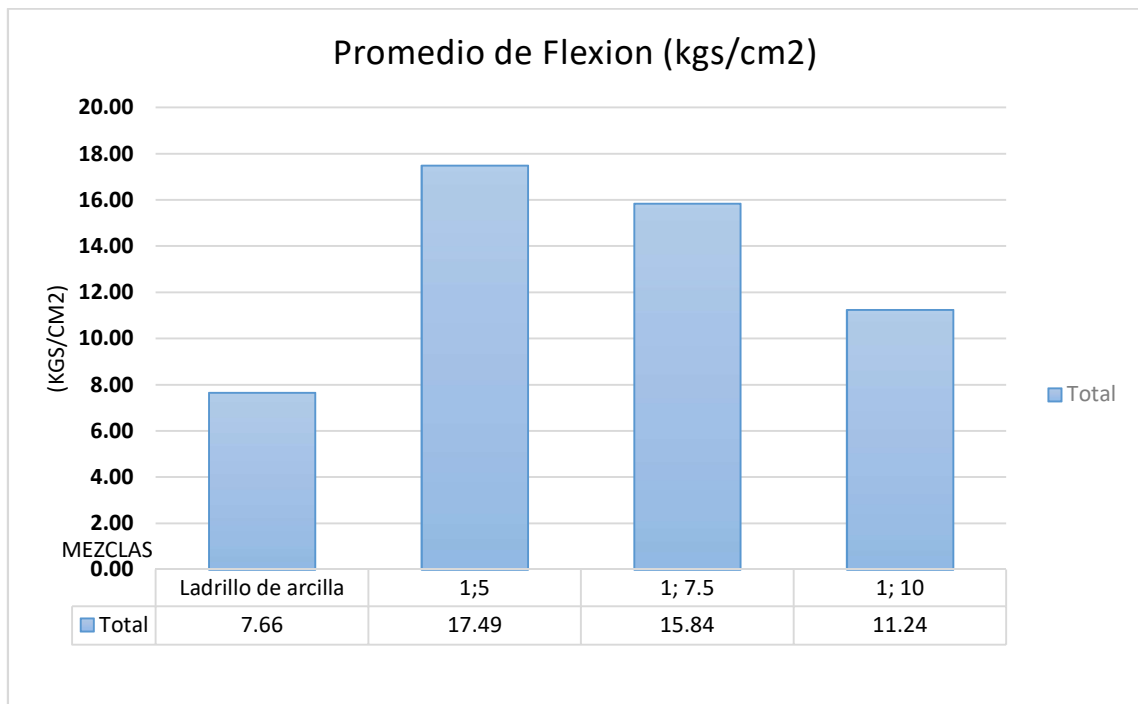
Columna 8, se presentan los módulos de ruptura para cada muestra.

Columna 9, contiene los promedios de los módulos de ruptura de cada diseño.

ANÁLISIS DE PRUEBAS DE FLEXIÓN (MÓDULO DE RUPTURA)

Para el análisis de pruebas de flexión (módulo de ruptura) la norma ASTM C62 para ladrillos de arcilla cocida categoría NW (ladrillos solidos), no establece valores mínimos recomendables, por lo tanto los resultados obtenidos pueden considerarse aceptables con respecto a los ladrillos de arcilla cocida y ecoladrillos, ya que dependiendo el requerimiento del diseño estructural de la mampostería así tiene que ser el ladrillo a utilizar.

Gráfica 3. Promedios de prueba de flexión.



En la gráfica 3 se muestran los promedios del módulo de ruptura, siendo los resultados de las mezclas 1:5, 1:7.5 y 1:10 de ecoladrillos, mayores a los de los ladrillos de arcilla cocida, teniendo los valores más altos en las mezclas 1:5 y 1:7.5.

4.5.3 PROPUESTA DE DISEÑO DE ECOLADRILLO MÁS FACTIBLE TÉCNICA Y ECONÓMICAMENTE.

Después de verificar en los apartados 4.5.1 Y 4.5.2, se debe determinar la propuesta más factible técnica y económicamente del ecoladrillo, considerando los aspectos económicos y técnicos:

Aspecto económico:

Tabla 15. Resumen de Precios Unitarios

PROPORCIÓN DE MEZCLA	PRECIO UNITARIO DE FABRICACIÓN
Proporción 1:5	\$0.2530
Proporción 1:7.5	\$0.2102
Proporción 1:10	\$0.1869

Aspecto técnico:

Tabla 16. Resumen de Resultados de Pruebas de Laboratorios de Suelos

PROPORCIÓN DE MEZCLA	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm ²)	PRUEBA DE ABSORCIÓN %	PRUEBA DE FLEXIÓN (Kg/cm ²)
Proporción 1:5	205.23	3.52	17.49
Proporción 1:7.5	113.66	4.49	15.84
Proporción 1:10	74.80	16.50	11.24
Ladrillo de arcilla	75.72	10.59	7.66
ASTM C62	87.50	Sin Limite	Sin Limite

La proporción 1:10, presenta el mejor precio unitario de fabricación pero en los aspectos técnicos, como compresión simple y absorción queda por debajo de los resultados de ladrillo de arcilla. Por lo tanto no proporciona mejores cualidades que las del ladrillo de arcilla cocida, por tal motivo se descarta como opción viable.

La proporción 1:7.5, presenta un precio unitario intermedio de fabricación de entre las tres proporciones en estudio, en los aspectos técnicos presenta mejores cualidades que el ladrillo de arcilla cocida y la proporción 1:10, cumpliendo además con la norma ASTM C62. Por lo cual es suficiente para tomarse como la propuesta de ecoladrillo más factible.

Se considera no factible la proporción 1:5 debido a que es la que mayor precio unitario de fabricación presenta. Pero no se descarta ya que técnicamente cumple a satisfacción todos los requerimientos de la norma.

4.6 ANÁLISIS Y RESULTADOS DE ENCUESTA

En este apartado se presentan los resultados de las interrogantes planteadas en la encuesta. Para poder realizar un análisis a los resultados de dicha encuesta, los datos obtenidos se tabularán y presentarán por medio de graficas que reflejen los valores obtenidos en cada una de las preguntas.

La cantidad de población encuestada, se desglosa de la siguiente manera según categoría:

- 182 Albañiles.
- 20 Empresas.
- 120 Profesionales.

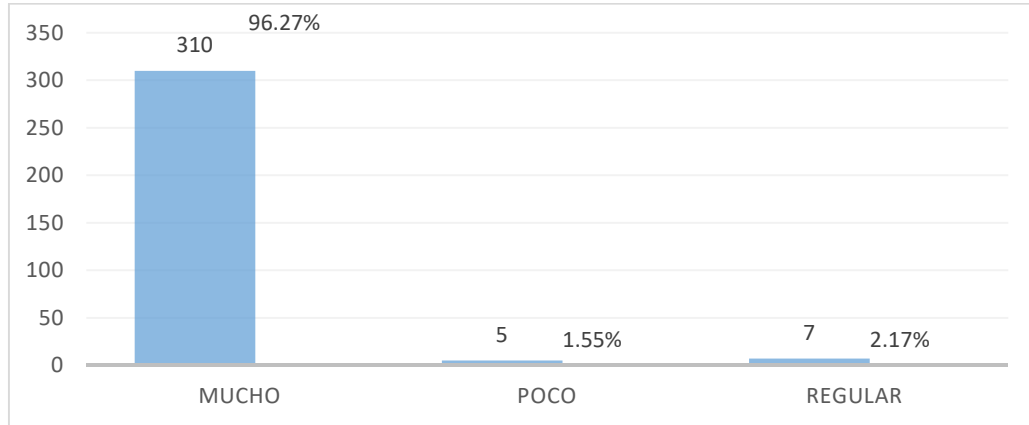
La cantidad de población encuestada, se puede agrupar por ubicación geográfica según departamento:

- 159 San Miguel.
- 83 La Unión.
- 56 Usulután.
- 24 Morazán.

Este resultado por departamento surgió de forma aleatoria, debido que a los entrevistados solo debían cumplir con pertenecer a la zona oriental. Esta clasificación nos demuestra que dentro de la zona oriental existe un mayor mercado en el departamento de San miguel.

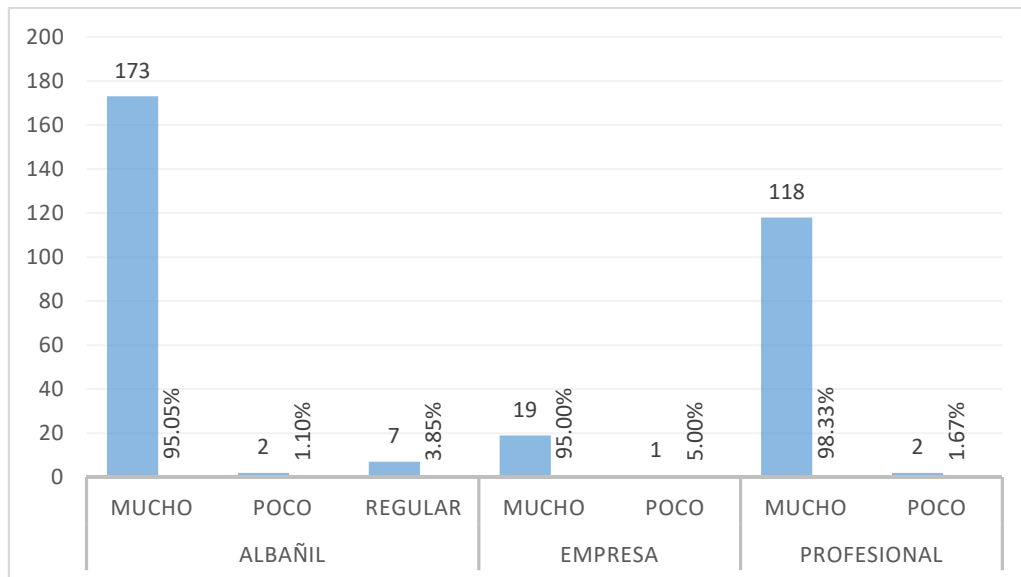
1. ¿Cree usted que es importante cuidar los recursos naturales?

Gráfica 4. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°1. Autoría: Grupo de tesis



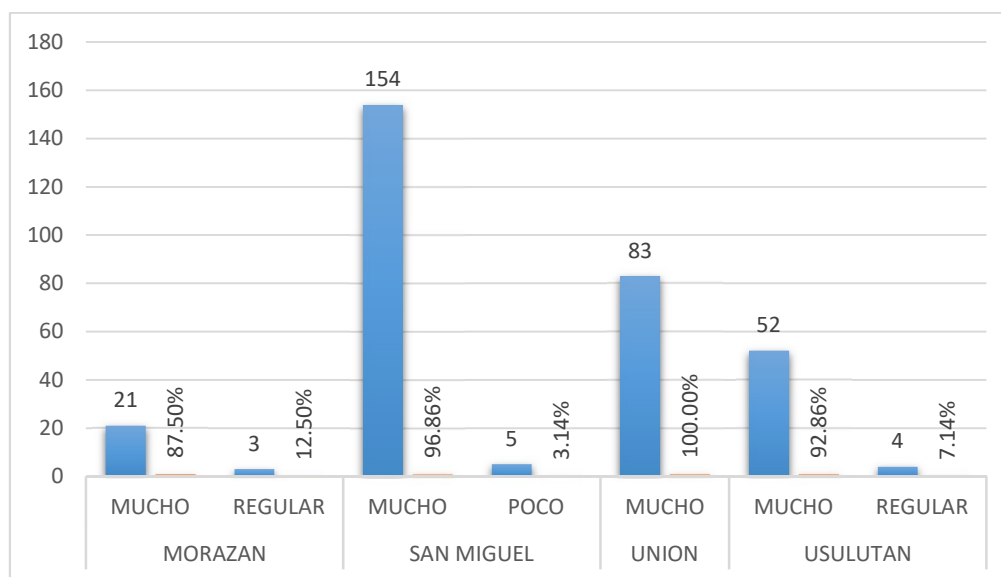
Se observa que la parte mayoritaria (96.27%) de la población encuestada está de acuerdo con la conservación y cuidado de los recursos naturales. Lo cual nos indica que el sector de la construcción en la zona oriental posee un alto grado de conciencia ambiental y este hecho podría favorecer la aceptación de materiales de construcción más amigables al medio ambiente. En contrario a la minoría del 1.55% que dicen que poco y regular el 2.17% de la población encuestada.

Gráfica 5. Cantidad de respuestas según categorización de la población, para pregunta N°1. Autoría: Grupo de tesis



La mayor parte de cada categorización considera que es importante cuidar el medio ambiente, 19 de 20 empresas encuestadas también muestran interés en la conservación del medio ambiente, lo cual indica que las empresas constructoras tienen conciencia ambiental. Esto es importante para los planes de un ecoladrillo, ya que muestra ser un sector que tiene conciencia ambiental.

*Gráfica 6. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°1
Autoría: Grupo de tesis*



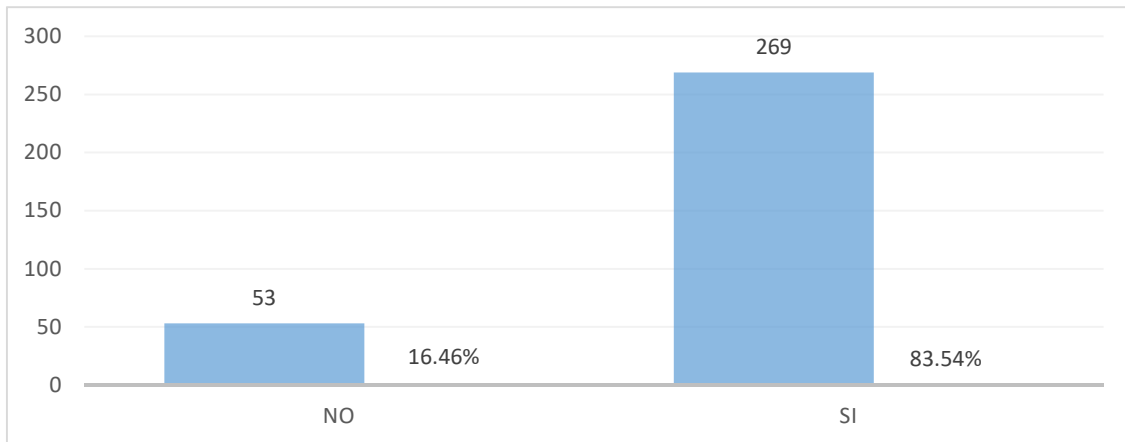
De los encuestados en el departamento de La Unión el 100% de ellos respondió que es muy importante cuidar los recursos naturales. Pero en general en los cuatro departamentos de la zona oriental consideran muy importante el cuidado de los recursos naturales.

Conclusión general respuestas a pregunta #1

Podemos así concluir que el sector construcción en la zona oriental piensa en que es muy importante cuidar los recursos naturales dando así una posibilidad a todas las opciones disponibles en el mercado para resguardar los recursos naturales.

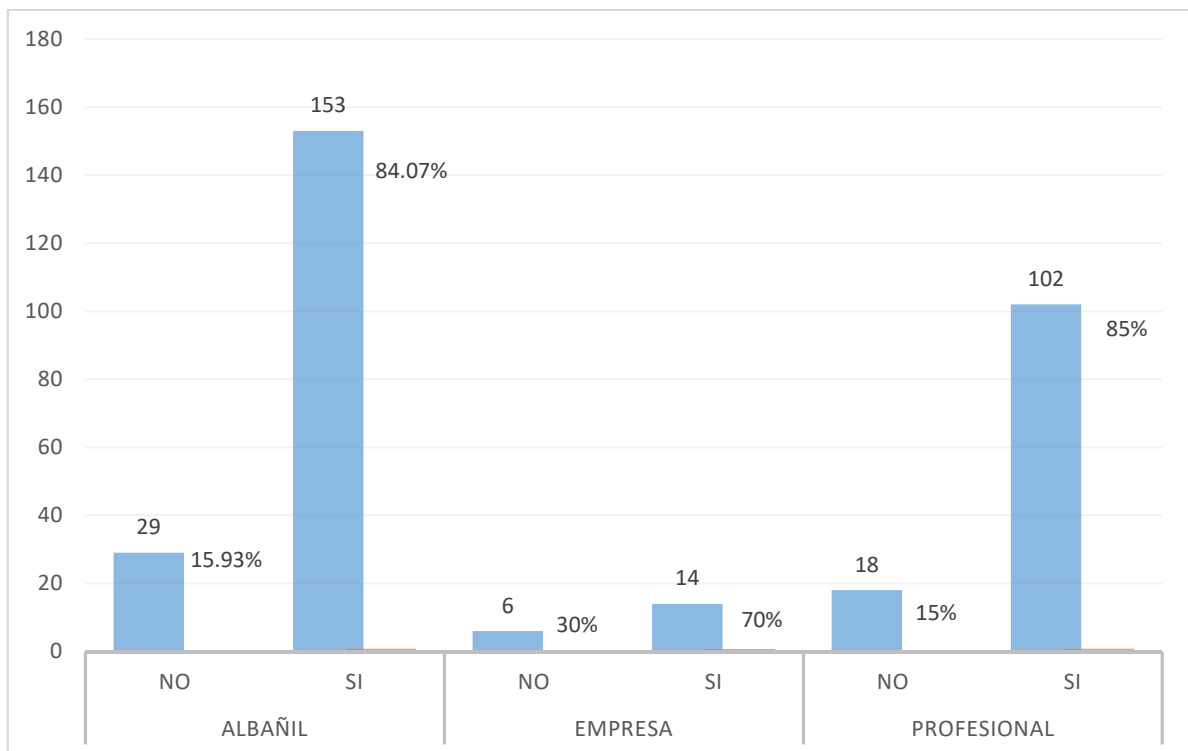
2. ¿Sabe usted que la industria de la construcción es una de las principales causantes de la contaminación al medio ambiente?

Gráfica 7. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°2. Autoría: Grupo de tesis.



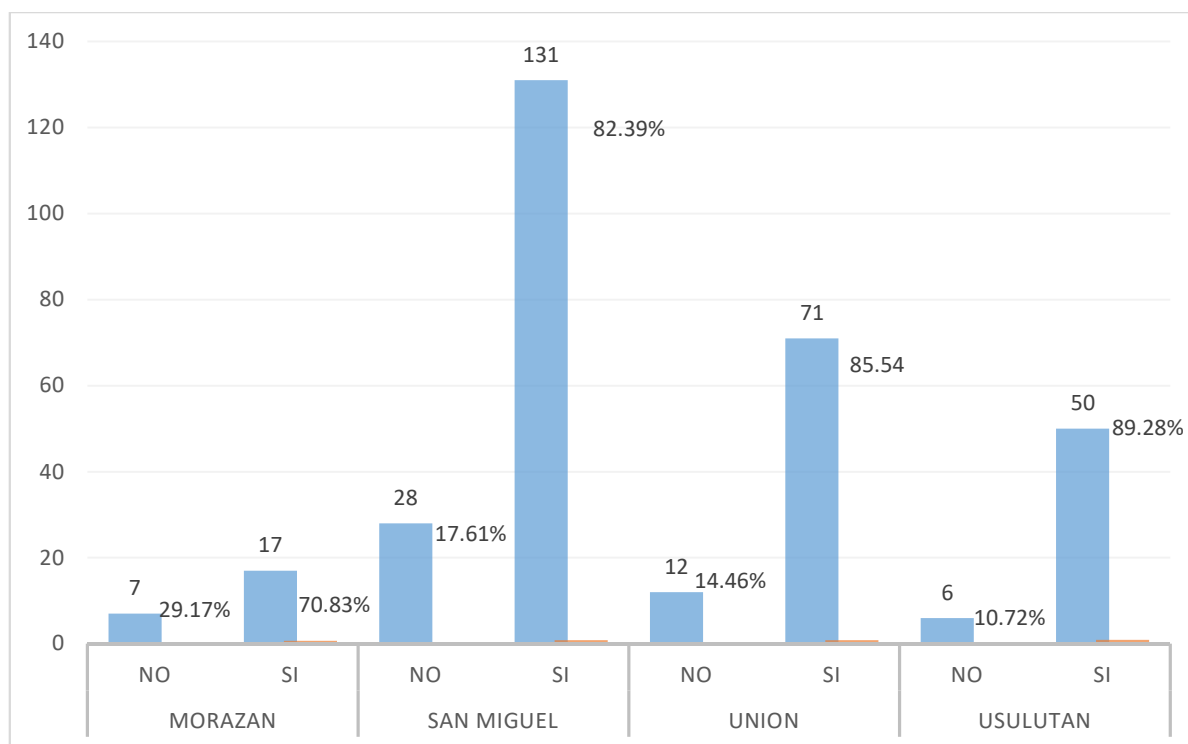
La mayoría de la población encuestada con un 83.54%, reflejan estar conocedores de que la industria de la construcción causa contaminación al medio ambiente.

Gráfica 8. Cantidad de respuestas según categorización de la población, para pregunta N°2. Autoría: Grupo de tesis



En general todos los integrantes del sector de la construcción están conscientes de que la industria de la construcción causa contaminación al medio ambiente. Siendo el sector empresarial el que más desconoce o le da menos importancia al tema de la contaminación generada por la construcción.

*Gráfica 9. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°2
Autoría: Grupo de tesis*



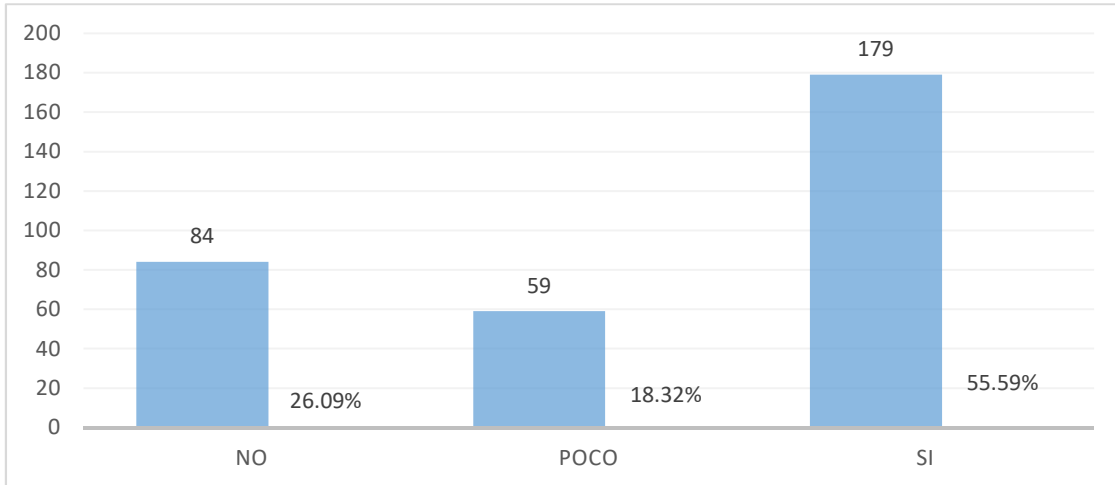
San Miguel, La Unión y Usulután son los tres departamentos en los que los encuestados tienen mayor conocimiento del daño al medio ambiente causado por la industria de la construcción. Siendo el departamento de Morazán en el que el sector de la construcción tiene un 29.17% de encuestados que opinan que la construcción no genera contaminación.

Conclusión general respuestas a pregunta #2

En general arriba del 70% en promedio del sector de la construcción están concordes de que este genera contaminación al medio ambiente. Pero existe un porcentaje promedio 30% que piensan que la construcción no contamina, siendo un indicativo que este segmento desconoce o no le interesa el tema de contaminación generada por la construcción.

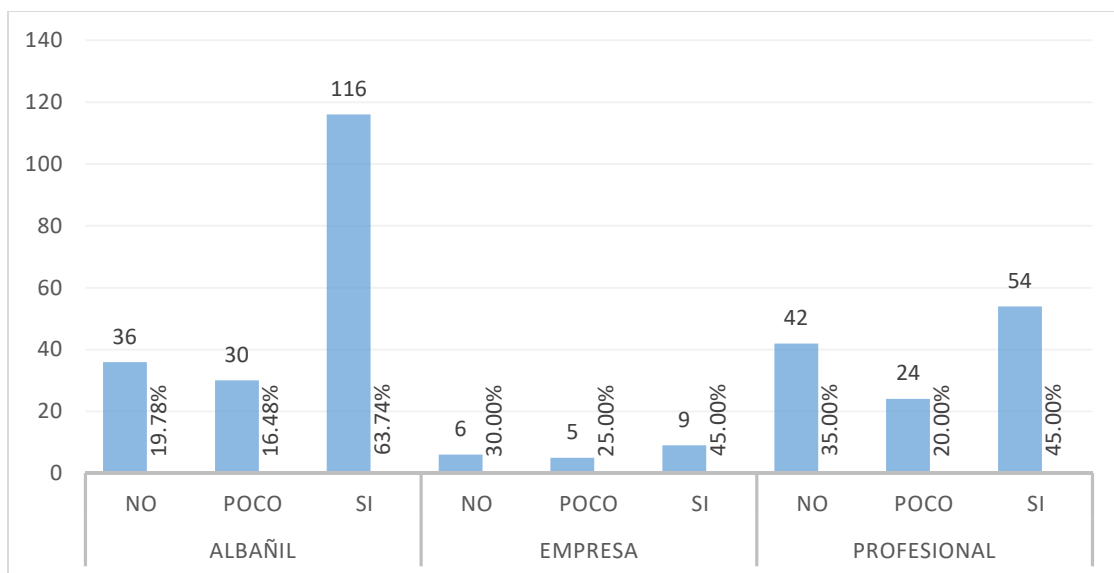
3. ¿Considera usted que los materiales que se usan en la construcción contaminan el medio ambiente, entre ellas el ladrillo de barro cocido?

Gráfica 10. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°3. Autoría: Grupo de tesis.



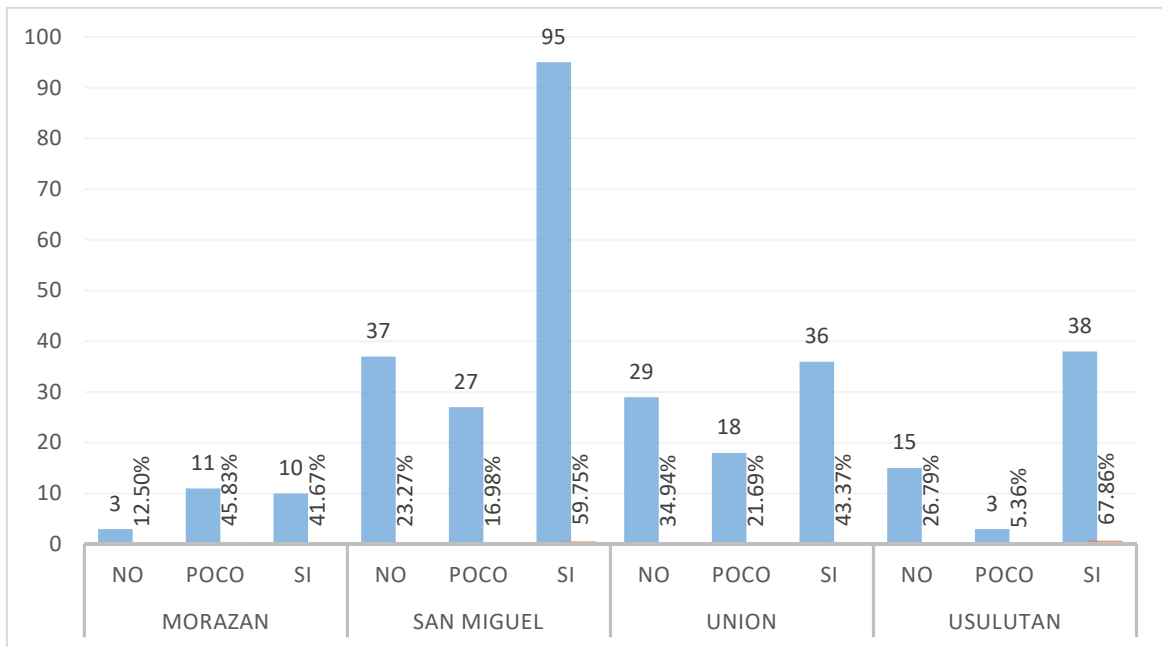
Poco más de la mitad de la población encuestada (55.59%) consideran que los materiales usados en construcción contaminan el medio ambiente, un 18.32% dice que poco y un 26.09 % que es un cuarto de la población dicen que no, lo cual puede deberse a que no se conoce por completo los procesos de elaboración y uso final de los materiales.

Gráfica 11. Cantidad de respuestas según categorización de la población para pregunta N°3. Autoría: Grupo de tesis



El segmento de albañiles y profesionales en su mayoría consideran que los materiales usados en construcción contaminan el medio ambiente. Pero en los tres segmentos se tiene un porcentaje significativo que va del 19.78% al 35.00% que consideran de que no.

*Gráfica 12. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°3
Autoría: Grupo de tesis*



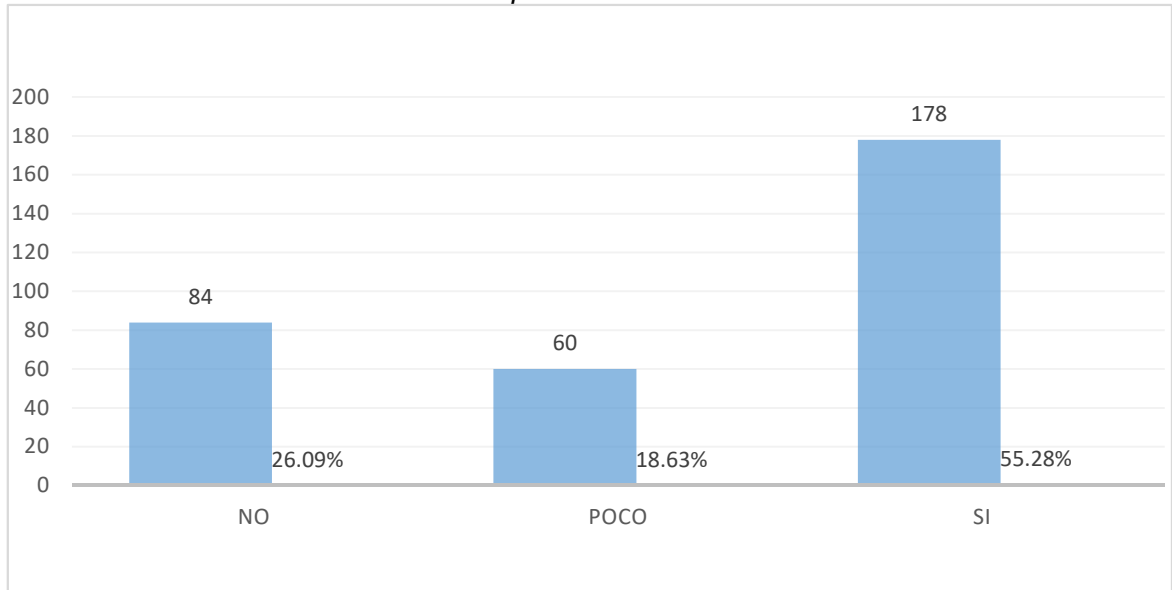
En el departamento de Usulután es donde más se considera que los materiales usados en construcción contaminan el medio ambiente, seguido de San Miguel y La Unión. En el departamento de Morazán la mayoría considera que los materiales de construcción contaminan poco el medio ambiente.

Conclusión general respuestas a pregunta #3

Según las tabulaciones de las respuestas en su mayoría la población considera que los materiales utilizados en la construcción y entre ellos el ladrillo de arcilla si contaminan el medio ambiente. Pero un buen segmento del resto que se puede contabilizar en 44.41%, consideran que poco o nada contaminan, esto podría ser porque se desconoce la huella ecológica que deja la fabricación de los materiales y se mira solo desde el punto constructivo.

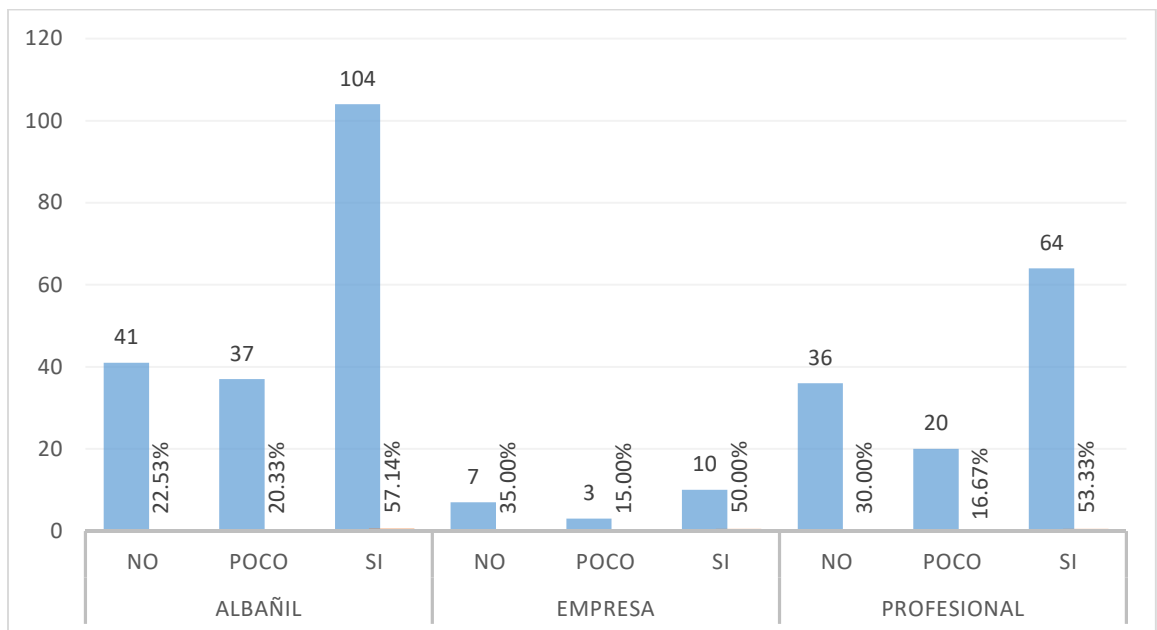
4. ¿En sus construcciones utiliza ladrillo de arcilla cocida?

Gráfica 13. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°4. Autoría: Grupo de tesis



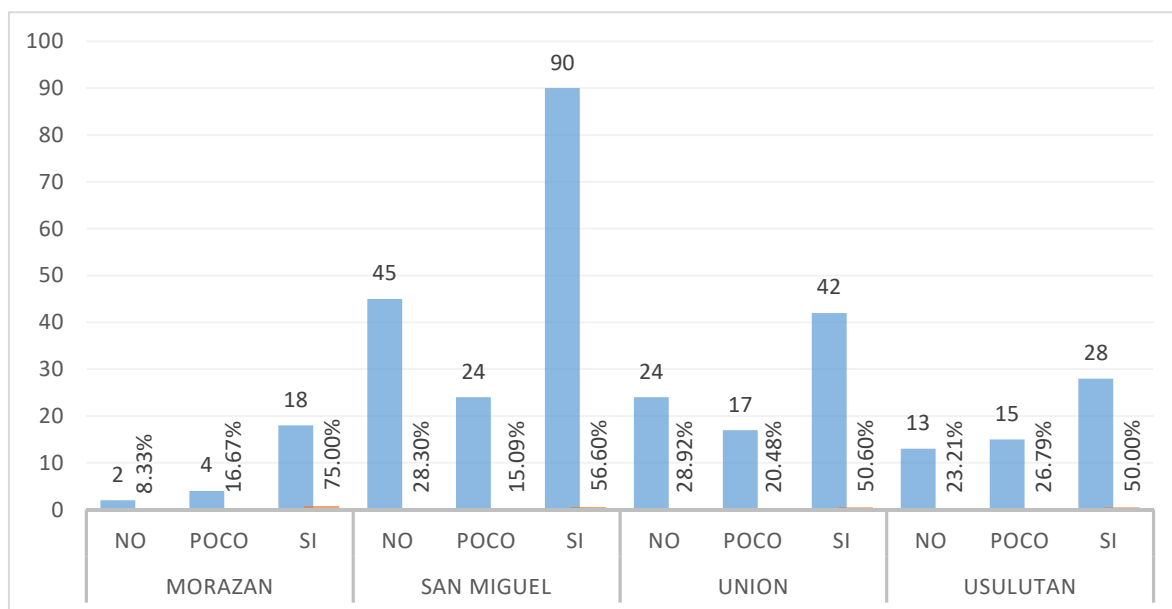
El 55.28% de población encuestada trabaja con ladrillo de arcilla cocida. Esto se debe en parte a que es un material de construcción de costo accesible.

Gráfica 14. La cantidad de respuestas según categorización de la población para pregunta N°4. Autoría: Grupo de tesis



La mayoría de la población encuestada que dice usar ladrillo de arcilla cocida son albañiles, seguidos por profesionales y empresas.

Gráfica 15. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°4, Autoría: Grupo de tesis



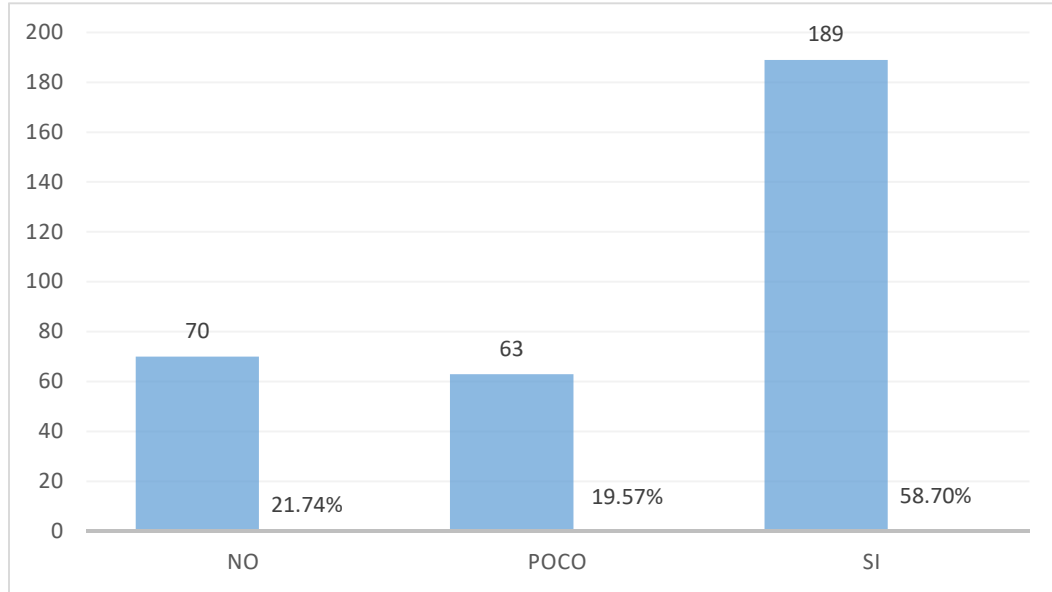
Morazán es el departamento donde se usa más ladrillo de arcilla cocida, en los otros departamentos se observan que un promedio del 50% utilizan el ladrillo de arcilla.

Conclusión general respuestas a pregunta #4

Después de la tabulación de los datos en graficas podemos concluir que un promedio del 50% del sector de la construcción prefiere el uso del ladrillo de arcilla cocida, esto se debe en parte a que no es un producto de calidad garantizada pero que su por bajo costo de mercado aún se utiliza.

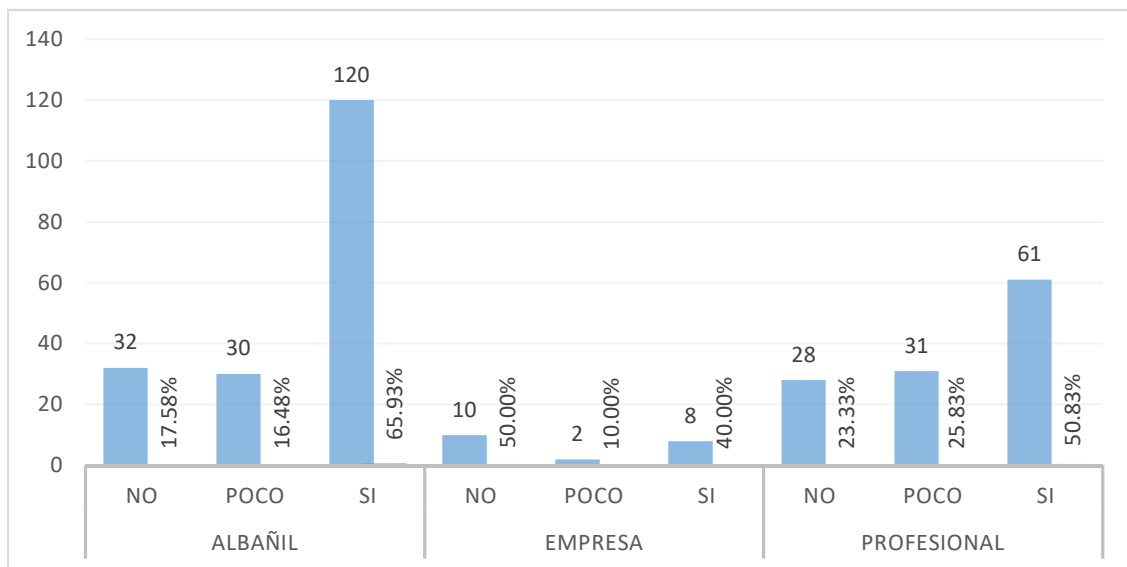
5. ¿Sabe que la fabricación del ladrillo de arcilla cocida es una de las causas de la deforestación y contaminación del aire en nuestro país?

Gráfica 16. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°5. Autoría: Grupo de tesis



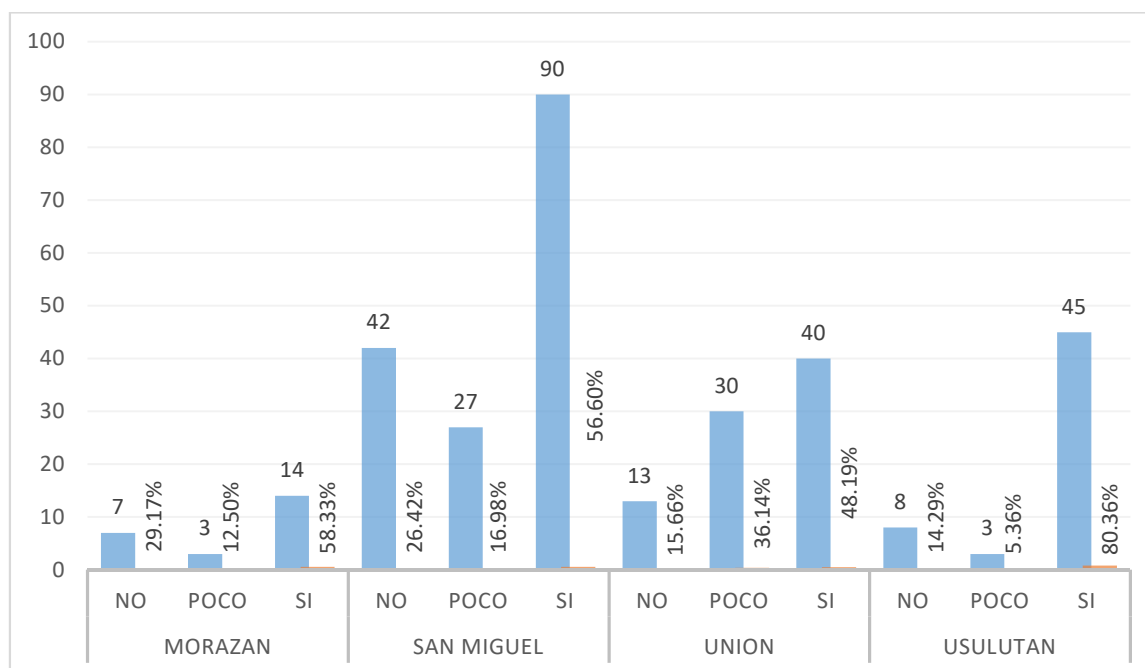
El 58.70% de población encuestada saben que la fabricación del ladrillo de arcilla cocida es una de las causas de la deforestación y contaminación del aire en nuestro país.

Gráfica 17. La cantidad de respuestas según categorización de la población para pregunta N°5 Autoría: Grupo de tesis



Albañiles y profesionales mayormente manifiestan saber que la fabricación del ladrillo de arcilla cocida es una de las causas de la deforestación y contaminación del aire en nuestro país. De las empresas encuestadas el 50% que es la mayoría dicen no saberlo.

*Gráfica 18. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°5.
Autoría: Grupo de tesis*



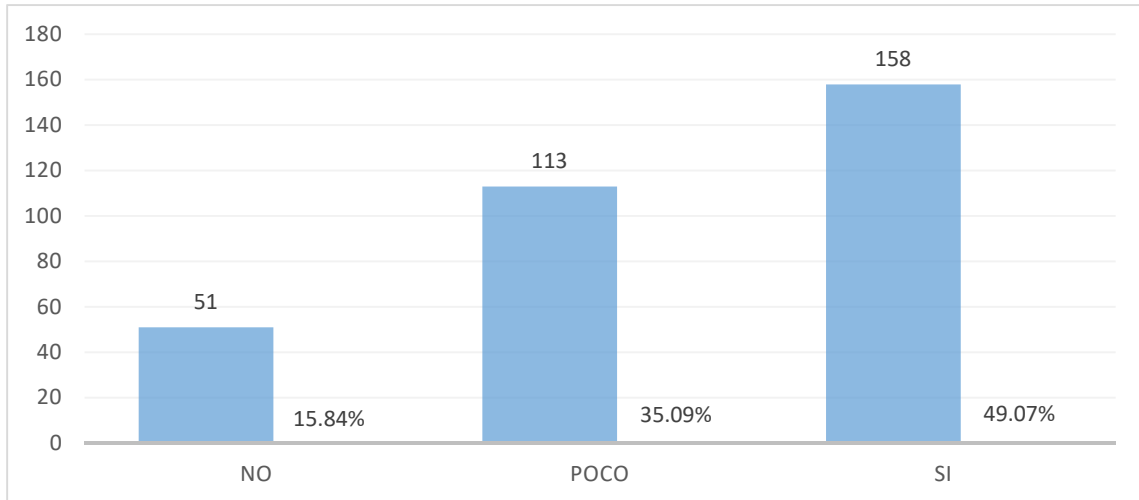
En los 4 departamentos de la zona oriental se sabe que la fabricación del ladrillo de arcilla cocida es una de las causas de la deforestación y contaminación del aire en nuestro país.

Conclusión general respuestas a pregunta #5

Podemos concluir al analizar las gráficas que la mayoría de la población encuestada si esta consciente de la deforestación y contaminación que genera la fabricación del ladrillo de arcilla cocida.

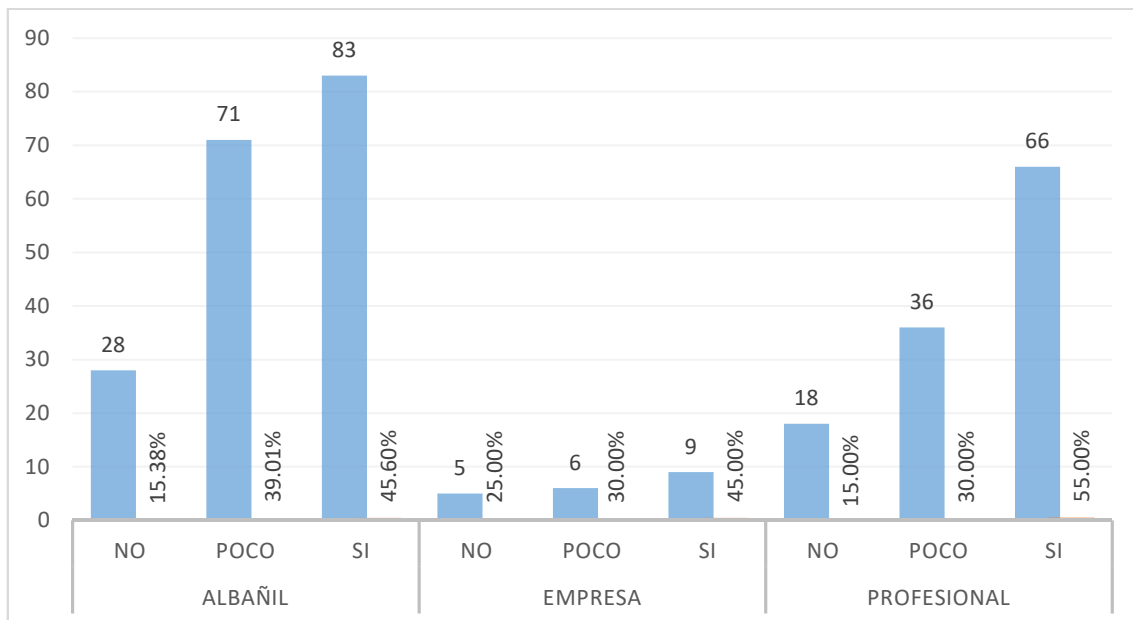
6. ¿Ha escuchado hablar sobre procesos constructivos que no contaminan al medio ambiente?

Gráfica 19. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°6. Autoría: Grupo de tesis.



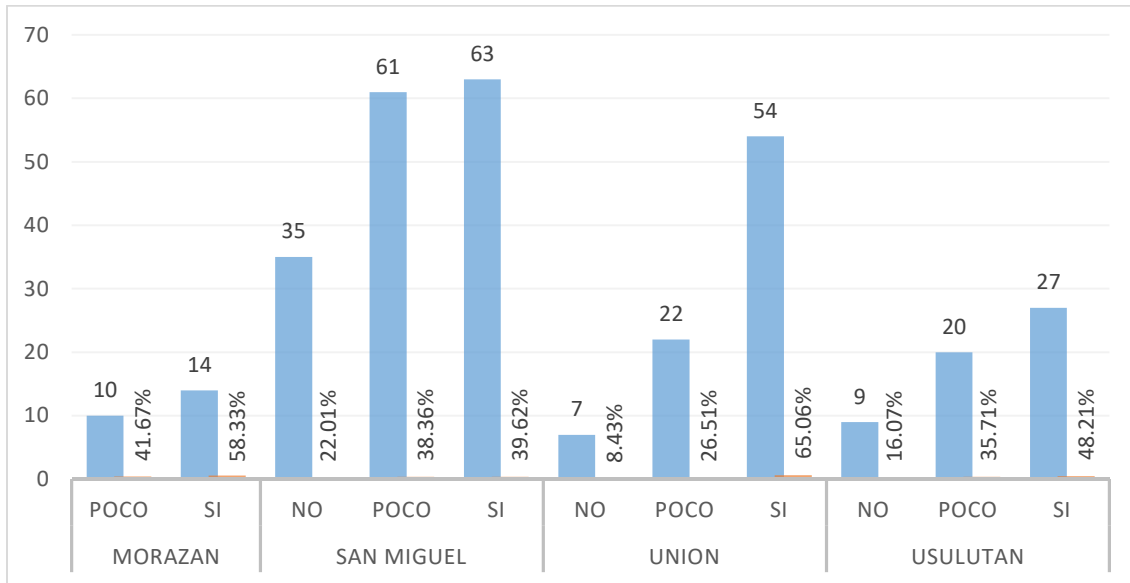
El 49.07% de población encuestada dicen haber escuchado hablar sobre procesos constructivos que no contaminan al medio ambiente. El resto dicen que poco o ninguna vez, lo cual podría deberse a la poca información que se da sobre este tipo de procesos constructivos.

Gráfica 20. La cantidad de respuestas según categorización de la población para pregunta N°6 Autoría: Grupo de tesis



La mayoría de la población considera que si y poco de escuchado sobre procesos constructivos que no contaminan al medio ambiente, observándose que una minoría desconocen por completo del tema.

*Gráfica 21. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°6.
Autoría: Grupo de tesis*



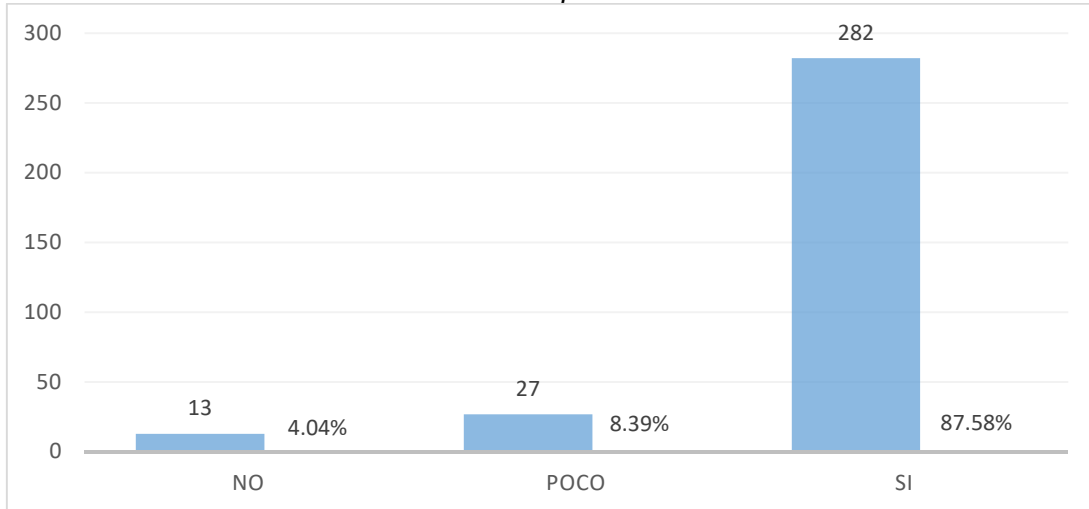
En la zona oriental se observa que la mayoría tienen conocimientos de procesos constructivos que no contaminan el medio ambiente, siendo Morazán el único departamento donde toda la población tiene cierto grado de conocimiento del tema.

Conclusión general respuestas a pregunta #6

La mayoría de la población encuestada posee cierto grado de conocimiento o han escuchado respecto a procesos constructivos que no contaminan el medio ambiente.

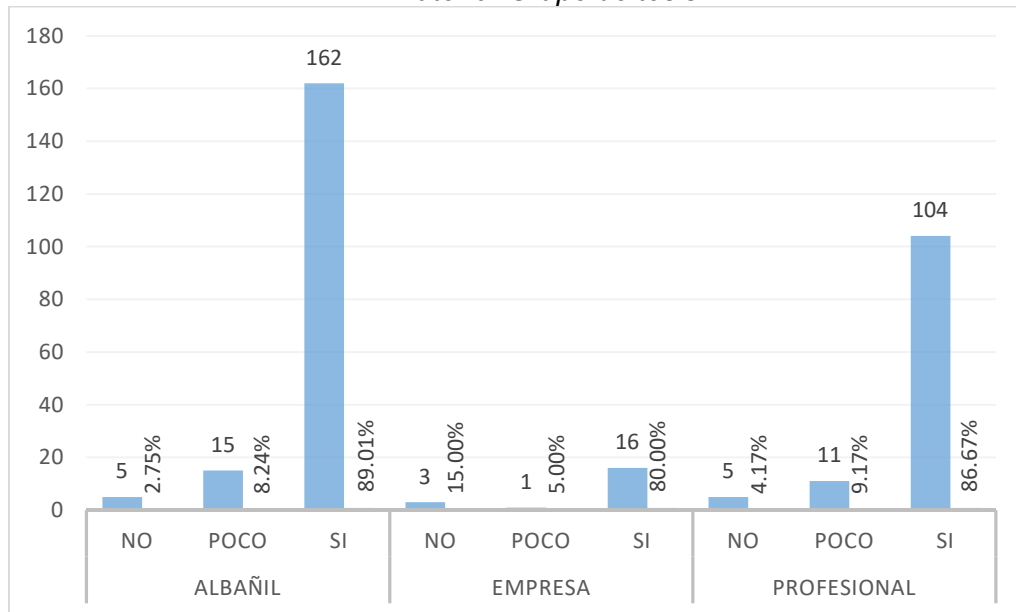
7. ¿Está usted interesado en usar materiales de construcción que no contaminen?

*Gráfica 22. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°7.
Autoría: Grupo de tesis.*



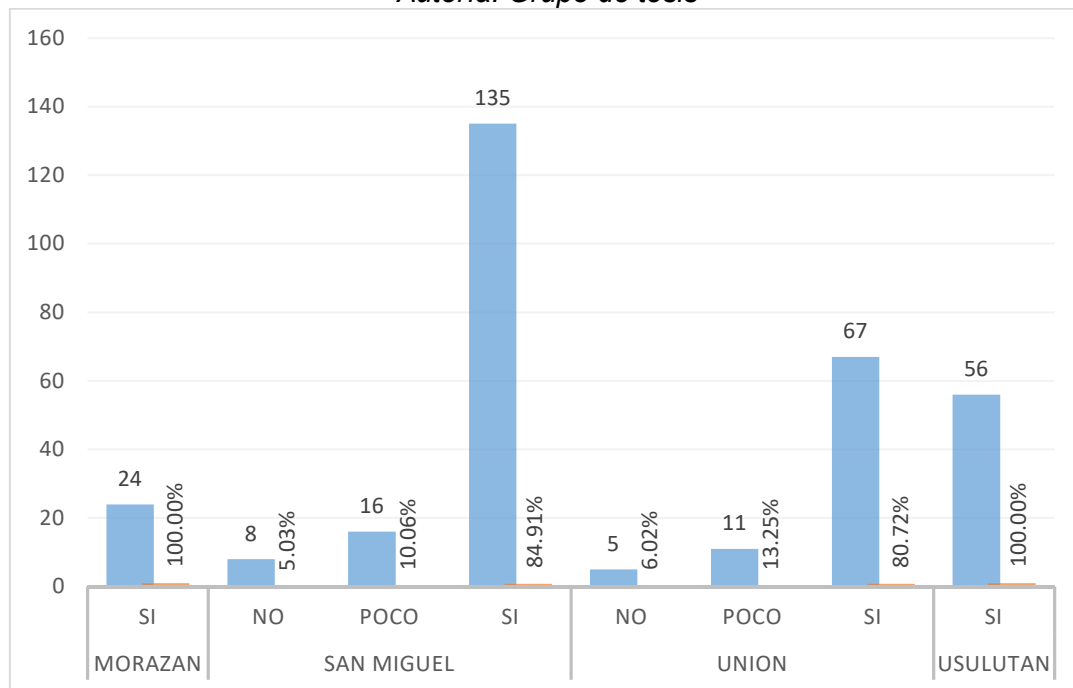
Más de dos tercios de la población encuestada (87.58%) muestran interés en usar materiales de construcción que no contaminen, lo cual es una señal positiva en cuanto a la posible aceptación de materiales de este tipo.

Gráfica 23. Cantidad de respuestas según categorización de la población para pregunta N°7 Autoría: Grupo de tesis



Albañiles y profesionales son parte de la mayoría de la población que muestra interés en usar materiales de construcción que no contaminen. Las empresas en un 80% también muestran interés en usar este tipo de materiales.

Gráfica 24. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°7.
 Autoría: Grupo de tesis



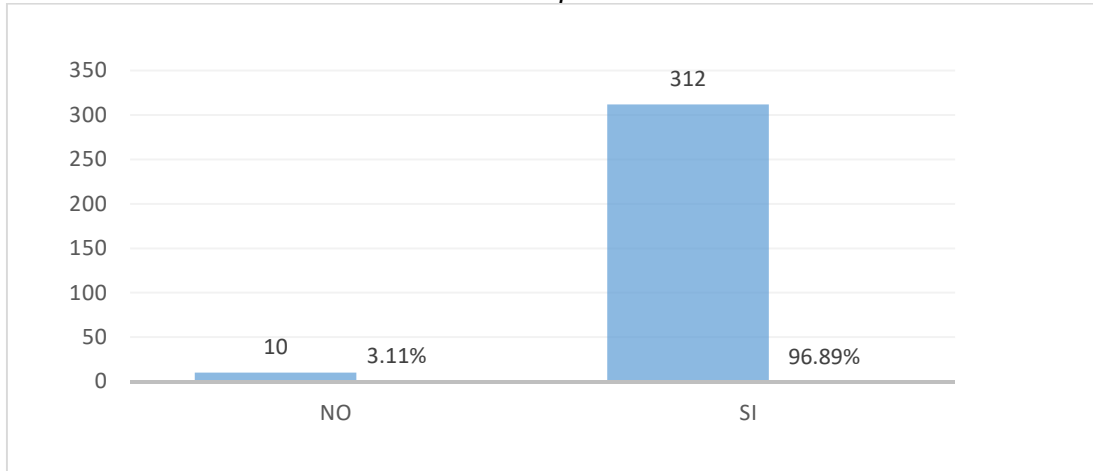
En Morazán y Usulután todos los encuestados dicen si tener interés en usar materiales de construcción que no contaminen, y en los departamentos de La Unión y San Miguel tienen porcentajes arriba del 80%.

Conclusión general respuestas a pregunta #7

Podemos observar en las gráficas 22, 23 y 24 un gran interés por parte del sector construcción de la zona oriental por la utilización de materiales de construcción que no contaminen. Esto muestra que hay una intensión de cuidar el medio ambiente.

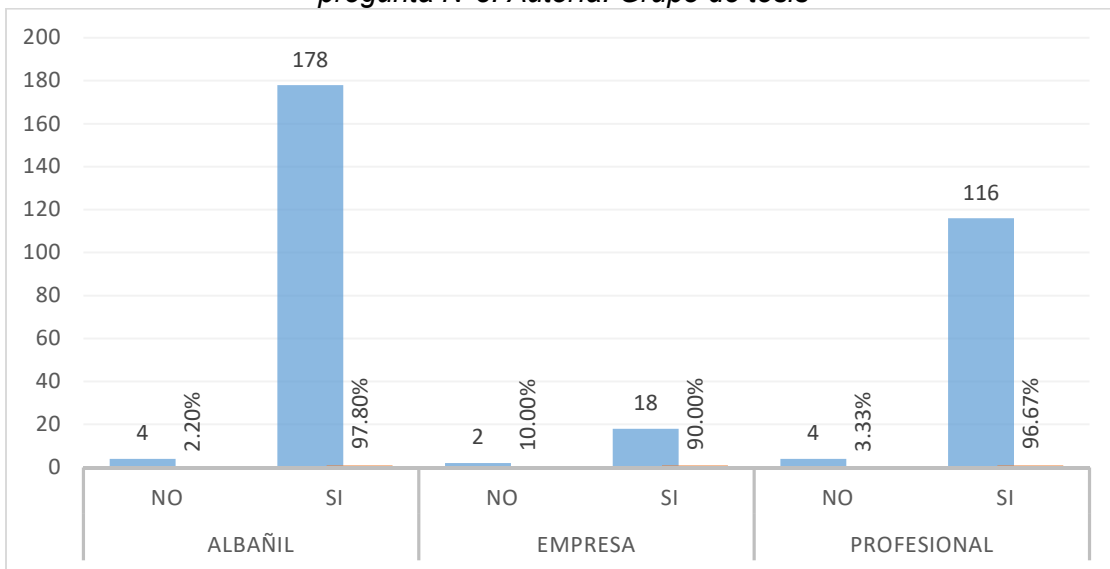
8. ¿Considera importante que se fabriquen estos materiales de construcción que no contaminen el medio ambiente?

*Gráfica 25. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°8.
Autoría: Grupo de tesis.*



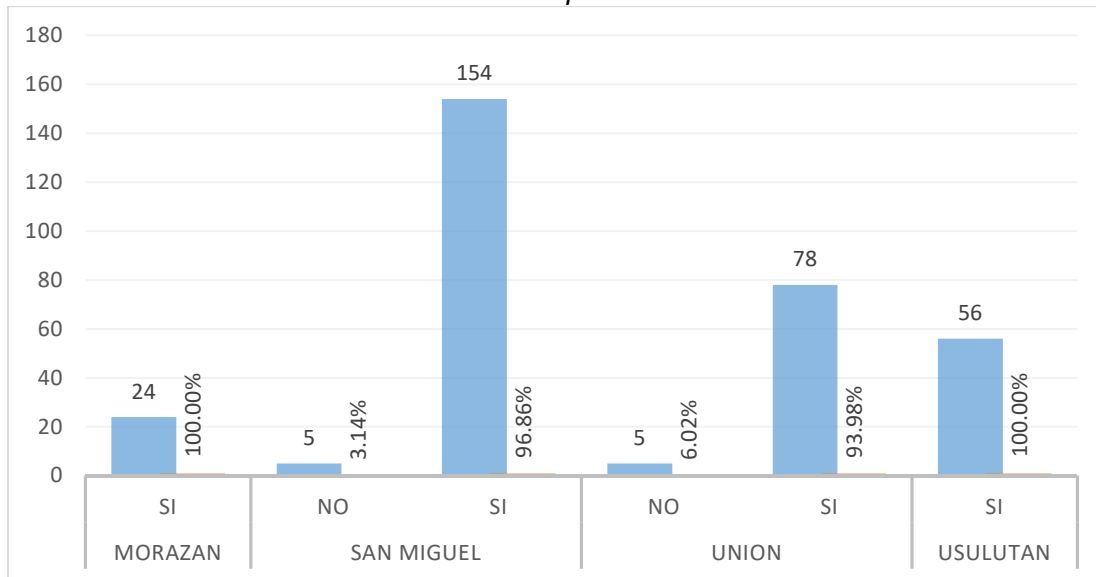
La gran mayoría de encuestados (96.89%) consideran que si es necesario, un mínimo de población encuestada (3.11%) dicen que no.

Gráfica 26. La cantidad de respuestas según categorización de la población para la pregunta N°8. Autoría: Grupo de tesis



Se observa que todo el sector de la construcción, con un porcentaje arriba del 90% consideran que si es necesario que se fabriquen estos materiales de construcción que no contaminen el medio ambiente.

Gráfica 27. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°8.
 Autoría: Grupo de tesis



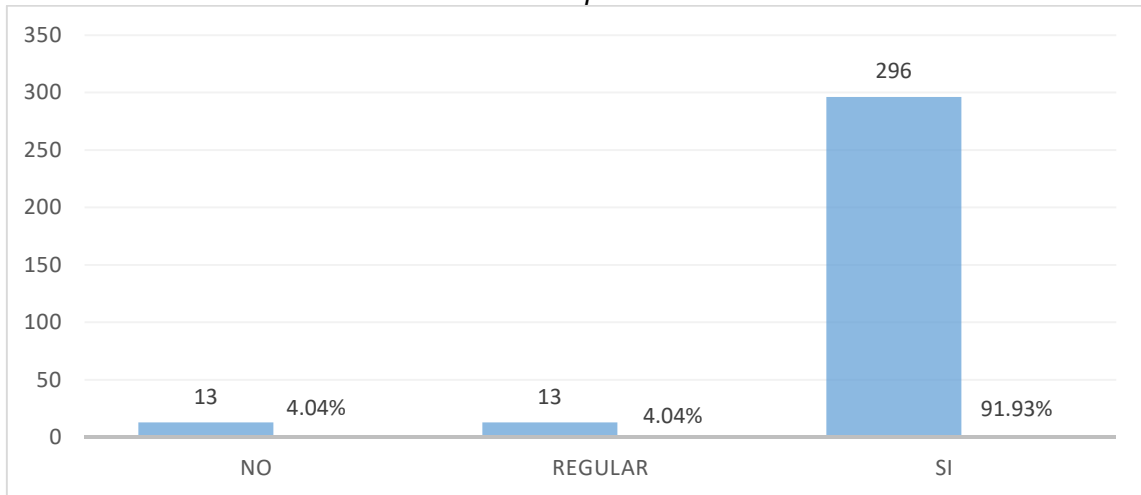
El 100% de los encuestados en los departamentos de Morazán y Usulután considera importante que se fabriquen estos materiales de construcción que no contaminen el medio ambiente.

Conclusión general respuestas a pregunta #8

Podemos observar en las gráficas de la pregunta #8, que el sector construcción de la zona oriental consideran importante que se fabriquen materiales de construcción que no contaminen el medio ambiente. Esto lo podemos interpretar que el sector de la construcción está interesado en la utilización de productos de esta naturaleza.

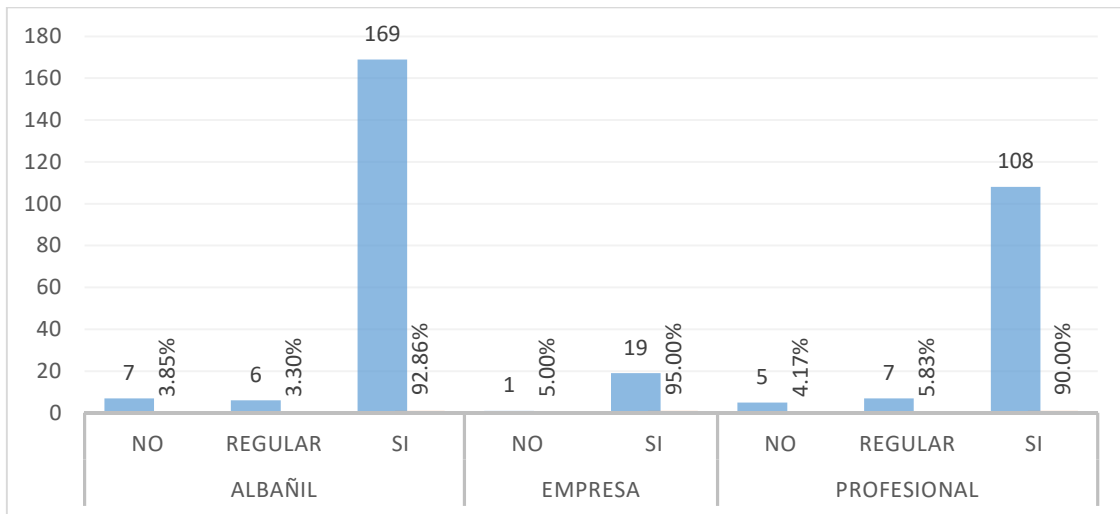
9. ¿Estaría dispuesto a utilizar ecoladrillo en sus construcciones como sustituto del ladrillo de arcilla cocido?

*Gráfica 28. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°9.
Autoría: Grupo de tesis*



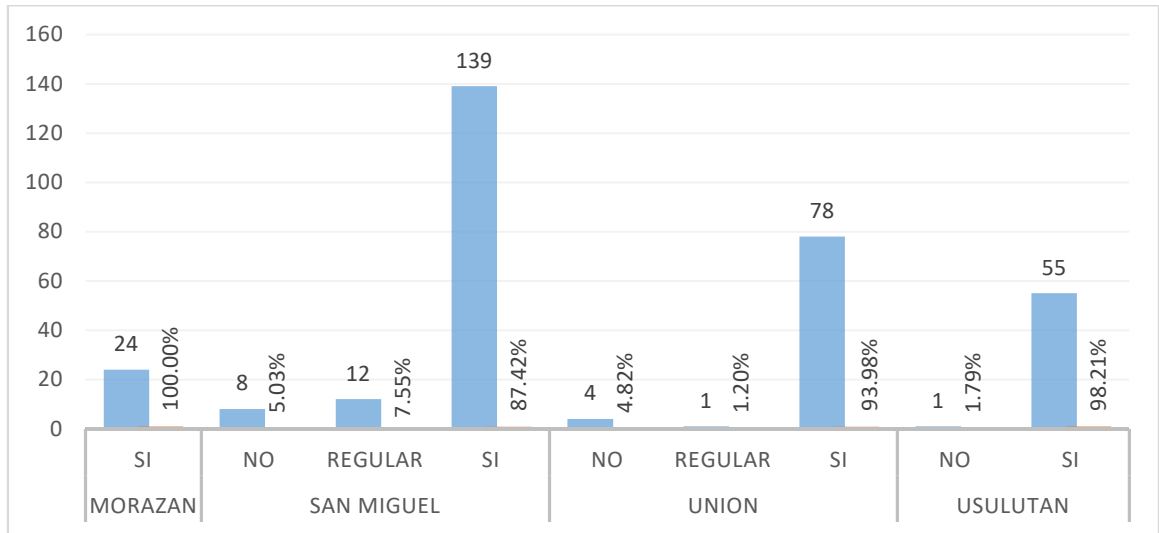
Un 91.93% de la población encuestada estaría dispuesta a utilizar ecoladrillo en sus construcciones como sustituto del ladrillo de arcilla cocido, lo que significa que el mismo tendría la aceptación esperada en la industria de la construcción en la zona oriental.

Gráfica 29. La cantidad de respuestas según categorización de la población para la pregunta N°9 Autoría: Grupo de tesis



Todo el sector de la construcción de la zona oriental muestra gran interés en utilizar ecoladrillo en sus construcciones como sustituto del ladrillo de arcilla cocido.

*Gráfica 30. distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°9.
Autoría: Grupo de tesis*



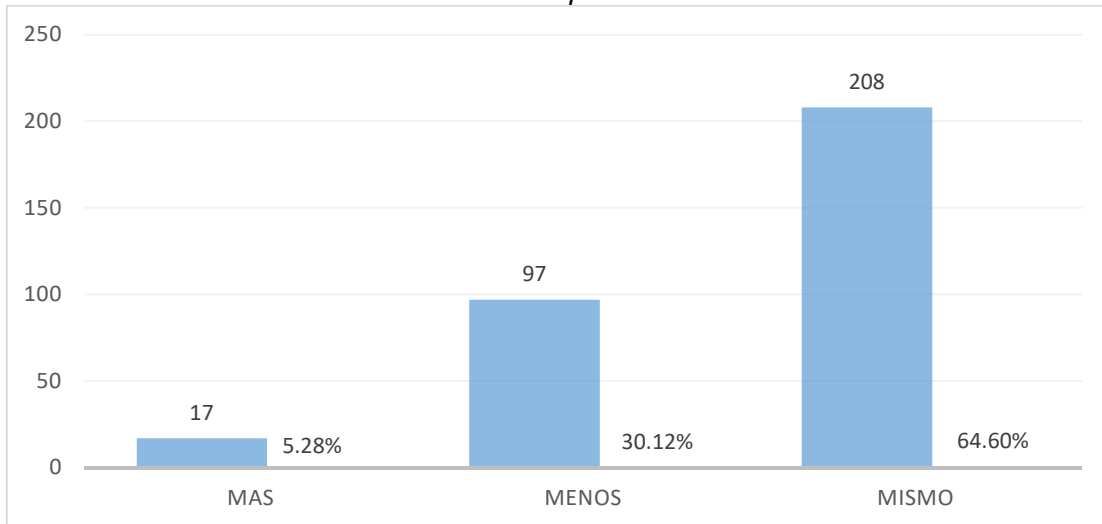
En general para toda la zona oriental se observa interés en utilizar ecoladrillo en sus construcciones como sustituto del ladrillo de arcilla cocido.

Conclusión general respuestas a pregunta #9

Podemos observar en las gráficas que el sector construcción de la zona oriental están dispuestos a utilizar el ecoladrillo en sustitución del ladrillo de arcilla. Esto lo podemos interpretar que el sector de la construcción de la zona oriental es un mercado en potencia para la comercialización del ecoladrillo.

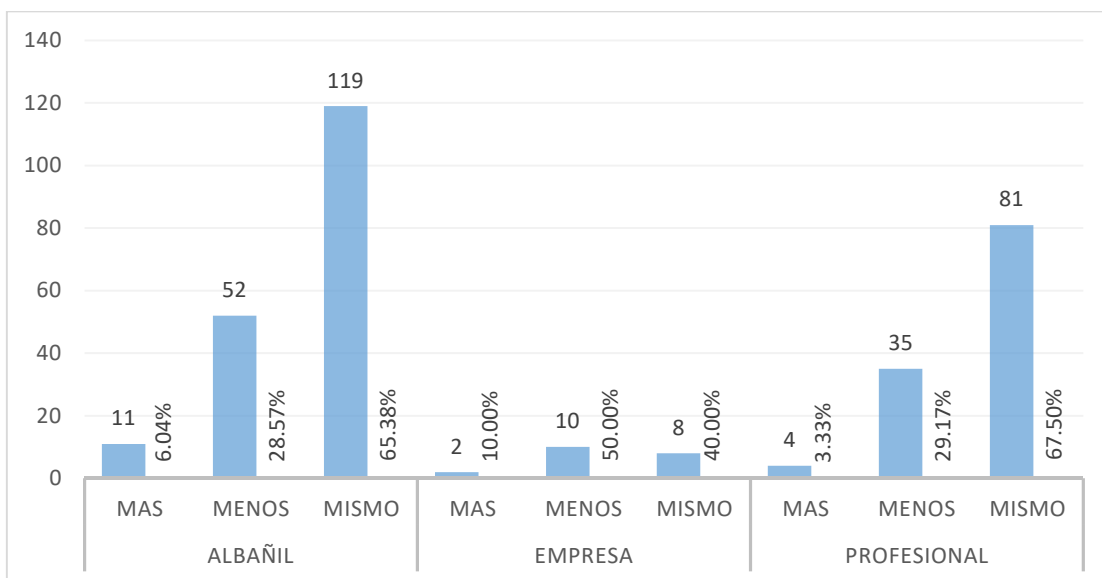
10. ¿Qué precio estaría dispuesto a pagar por el producto Eco ladrillo, que demuestra mejor calidad en comparación con el ladrillo de arcilla cocido?

*Gráfica 31. Cantidad de respuestas según opciones de pregunta N°10 .
Autoría: Grupo de tesis*



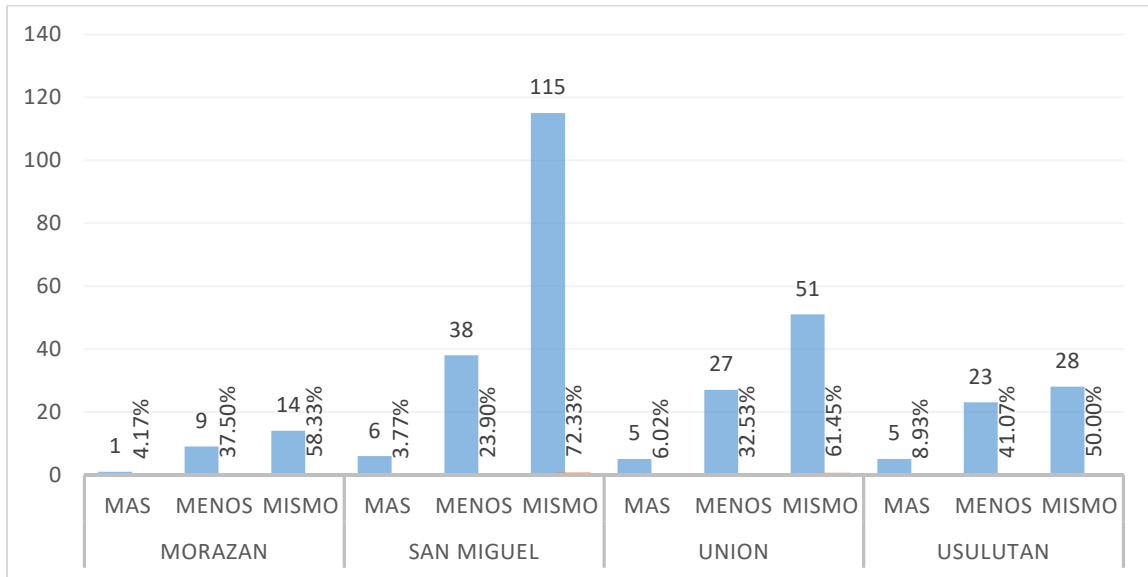
Un 64.60% de población manifiestan querer pagar el mismo precio del ladrillo de arcilla por el ecoladrillo, y el resto dice querer pagar menos y el mínimo dice pagar más.

Gráfica 32. De la cantidad de respuestas según categorización de la población para pregunta N°10 Autoría: Grupo de tesis



En su mayoría los albañiles y profesionales son los que manifiestan querer pagar el mismo precio de ladrillo de arcillo por el ecoladrillo seguido por un 40% de las empresas.

*Gráfica 33. Distribución por departamento de población encuestada para pregunta N°10.
Autoría: Grupo de tesis*



Todo el sector construcción de la zona oriental dicen en su mayoría querer pagar el mismo precio del ladrillo de arcillo por el ecoladrillo.

Conclusión general respuestas a pregunta #10

Podemos observar en las gráficas que el sector construcción de la zona oriental están dispuestos a pagar el mismo precio del ladrillo de arcilla por el ecoladrillo. Y solo un pequeño sector de la población encuestada aceptaría pagar más del valor de ladrillo de arcilla.

4.6.1 Análisis e interpretación de los datos obtenidos en encuestas y presentadas en gráficas:

La mayor parte de la población encuestada en la mayoría de preguntas hechas, están conscientes de la importancia del cuidado y conservación de los recursos naturales, dando así una posibilidad a todas las opciones amigables al medio ambiente disponibles en el mercado.

Pero existe un porcentaje promedio 30% que piensan que la construcción no contamina, siendo un indicativo que este segmento no le interesa el tema de contaminación generada por la construcción.

Dentro de los materiales de construcción la encuesta se enfocó en el ladrillo de arcilla cocida y según las tabulaciones de las respuestas en su mayoría la población considera que éste sí contamina el medio ambiente. Pero un 44.41%, consideran que poco o nada contamina, esto podría ser porque se desconoce la huella ecológica que deja la fabricación de los ladrillos de arcillas cocida y se mira solo desde el punto constructivo.

Un promedio del 50% del sector de la construcción prefiere el uso del ladrillo de arcilla cocida, esto podría deberse a su bajo costo en comparación a otros productos de mampuestos y que es un material de uso tradicional en la construcción.

Al analizar las gráficas podemos ver que la mayoría de la población encuestada si está consciente de la deforestación y contaminación que genera la fabricación del ladrillo de arcilla cocida, así como también posee cierto grado de conocimiento o han escuchado respecto a procesos constructivos que no contaminan el medio ambiente, y que el sector construcción de la zona oriental tiene interés por la utilización de materiales de construcción que no contaminen.

En las gráficas de la pregunta número nueve y diez podemos observar que el sector construcción de la zona oriental está dispuesto a utilizar el ecoladrillo en sustitución del ladrillo de arcilla. Puede decirse que el sector de la construcción de la zona oriental es un mercado en potencia para la comercialización del ecoladrillo y que el sector de la construcción está dispuesto a pagar el mismo precio del ladrillo de arcilla por el ecoladrillo.

4.7 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD FINANCIERA PARA LA FABRICACIÓN DE ECOLADRILLO PROPORCIÓN 1:7.5.

Es importante que cualquier inversión que se quiera hacer en la actualidad, deba realizarse de forma metódica y calculada, para tratar de disminuir el riesgo el cual sabemos que es inherente en un proyecto. De ahí la necesidad de desarrollar un estudio que permita abarcar la mayor cantidad de facetas que componen la producción para el ladrillo de suelo cemento, se considera importante cuantificarlas, de forma tal que se puedan apreciar los posibles ahorros, los costos y demás factores eminentemente económicos que justifiquen lo invertido.

En el estudio financiero, se especifican el monto de las inversiones necesarias para que la fabricación de ecoladrillo proporción 1:7.5, entre en operación, definir los ingresos y costos durante el periodo de evaluación del proyecto y con esta información se realiza, la evaluación financiera del proyecto.

4.7.1 Análisis de las inversiones y financiamiento del proyecto.

En el estudio económico y financiero, se especifican el monto de las inversiones necesarias para que el proyecto entre en operación, definir los ingresos y costos durante el periodo de evaluación del proyecto y con esta información se realiza, a través de indicadores de rentabilidad, la evaluación financiera del proyecto. (MEZA Orozco, 2005, pág. 26).

Comprende la inversión inicial, constituida por todos los activos fijos, tangibles e intangibles necesarios para operar, el capital de trabajo y a su vez el financiamiento es decir qué cantidad es capital propio y cuánto dinero se pretenden pedir en un préstamo.

Algunas definiciones importantes, son las siguientes:

Inversión fija

“Son los activos tangibles, se refieren al terreno, edificaciones, maquinaria y equipo, herramientas, etc.” (Córdova Padilla, 2006, pág. 191).

Inversión diferida

“Son los activos intangibles y se refieren al conjunto de bienes de propiedad de la empresa, necesarios para su funcionamiento, incluyen asistencia técnica, gastos pre operativos y de instalación, puesta en marcha, etc.” (Córdova Padilla, 2006, pág. 191).

Capital de trabajo

Es el capital adicional necesario para que funcione una empresa, es decir, los medios financieros necesarios para la primera producción, mientras se perciben los ingresos: materias primas, sueldos y salarios, suministros, reparación y mantenimiento que son los gastos diarios que debe afrontar la empresa²³.

Análisis De Inversiones Y Financiamiento

Para nuestro caso de estudio, presentamos la siguiente tabla que contiene los montos necesarios para la Inversión Fija, Inversión Diferida y Capital de Trabajo.

Tabla 17. Datos Análisis de Inversiones y Financiamiento

ANÁLISIS DE INVERSIONES Y FINANCIAMIENTO			
DESCRIPCIÓN	VALOR	FINANCIAMIENTO EXTERNO	
		PORCENTAJE	TOTAL
1. INVERSIÓN FIJA			
Construcción Galera	\$ 1,500.00	0.00%	\$ -
Maquinaria y Equipo	\$ 4,500.00	0.00%	\$ -
Otros Activos (muebles, Equipo Oficina)	\$ 1,000.00	0.00%	\$ -
2. INVERSIÓN DIFERIDA			
Gasto de Puesta en marcha	\$ 1,000.00	0.00%	\$ -
Gasto de Organización	\$ 1,200.00	0.00%	\$ -
3. CAPITAL DE TRABAJO			
Materia Prima (2 meses)	\$ 3,608.40	0.00%	\$ -
Mano de Obra directa (2 meses)	\$ 1,550.00	0.00%	\$ -
Gastos Administrativos (2 meses)	\$ 800.00	0.00%	\$ -
INVERSIÓN TOTAL	\$ 15,158.40		
FINANCIAMIENTO EXTERNO	\$ -		
Capital Propio	\$ 15,158.40	0.00%	\$ -

Inversión fija; Los valores mostrados en este apartado fueron proporcionados por los propietarios de la ladrillera. La construcción de galera para el trabajo, es una ampliación a las instalaciones que ya poseen, para lo cual tienen un presupuesto de \$1,500.00. Así mismo para maquinaria y equipo que ya poseen y que tuvo una inversión de \$4,500.00 y los otros activos como mobiliarios y equipo de oficina con un presupuesto de \$1,000.00.

²³ Córdova Padilla, 2006, pág. 192

Inversión diferida; En este rubro se han considerado los desembolsos para la legalización de la empresa y para los gastos administrativos durante el periodo de puesta en marcha de la producción.

Capital de trabajo: en base a los precios unitarios de producción y fabricación podemos obtener el valor de dinero para operar los primeros 2 meses después de puesta en marcha. Para el apartado de materia prima se calcula en base a la proyección de producción de 155,000 unidades para el primer año, su costo unitario de materia prima de \$0.13968 y costo unitario de mano de obra de \$0.06.

Materia prima (2 meses): $((155,000 \times \$0.13968)/12 \text{ meses}) \times 2 \text{ meses}$: \$3,608.40

Mano de Obra directa (2 meses): $((155,000 \times \$0.06)/12 \text{ meses}) \times 2 \text{ meses}$: \$1,550.00

4.7.2 Análisis de los ingresos por ventas

Los ingresos hacen referencia a los beneficios del proyecto y corresponden a las entradas de dinero asociados al mismo. En este caso los ingresos se calculan multiplicando las unidades producidas por el valor unitario del producto.


Costo de Ladrillo de Arcilla en el Mercado.

Los costos de producción de una unidad de cada ladrillo se derivan de pago a trabajadores, energía eléctrica, impuestos, administración y materia prima.

Tomando como referencia el análisis de la encuesta, donde se determinó que el sector de la construcción está dispuesto a pagar por el ecoladrillo el mismo precio que el ladrillo de arcilla y para poder asumir un precio de mercado del ladrillo de arcilla, nos basaremos en las publicaciones de precios promedios de productos de la Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción (CASALCO), y con este dato podemos calcular un precio promedio de venta.

En la siguiente tabla podemos ver que para el periodo del 1 al 28 de febrero de 2019, se tuvo un precio promedio de mercado de \$280.00 por mil unidades, lo que nos da un precio de \$0.28 por unidad.

Tabla 18. Cuadro Precios Promedios de Materiales, fuente CASALCO



**PRECIOS PROMEDIOS DE ELEMENTOS REPRESENTATIVOS PUESTOS
EN EL ÁREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR
FECHA: DEL 1 AL 28 DE FEBRERO 2019
EDITADO POR: CÁMARA SALVADOREÑA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

No.	ELEMENTOS	ELEMENTOS REPRESENTANTES	UNIDAD	\$
1	Mano de Obra *	Salario por día de obrero Calificado más prestaciones por SUTC, SITRACOCS Y SOICSCES	Salario/día	\$ 15.07
2	Mano de Obra	Salario por día de obrero calificado NO incluye prestaciones	Salario/día	\$ 13.23
3	Mano de Obra **	Salario por día de Auxiliares, Vigilantes y Serenos más prestaciones	Salario/día	\$ 12.31
	Mano de Obra	Salario por día de Auxiliares, Vigilantes y Serenos NO incluye prestaciones	Salario/día	\$ 10.80
4	Cemento	Bolsa de Cemento Portlánd en ferreteria **	BoL (42.5 Kgs)	\$ 8.50
5		Bolsa de Cemento Portlánd en fábrica	BoL (42.5 Kgs)	\$ 7.57
6		Bloque de Concreto (10x20x40)	Millar	\$ 421.00
7	Productos de Cemento	Ladrillo de Piso de Cemento 25 x 25 gris y rojo	Millar	\$ 483.33
8		Pila y lavaderos prefabricado de concreto de un ala	Unidad	\$ 44.00
9	Producto de Cemento	Concreto 210 Kg/cm ² (descarga convencional)	M ³	\$ 127.69
10	Pétreos básicos	Arena de Río	M ³	\$ 16.19
11		Grava	M ³	\$ 40.25
12	Productos/Barro	Ladrillo de Obra (28x14x7 cms.)	Millar	\$ 280.00

En el apartado **4.5.1 ANÁLISIS DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE ECOLADRILLO**, se determinó que fabricando los ladrillos de suelo cemento con la máquina hidráulica ADOPRES1000, se tendría una producción diaria de 500 unidades, se obtiene una producción anual de 155,000 unidades aproximadamente (considerando 310 días de producción anual). Asumiremos como una proyección de un 10% de crecimiento en ventas por año y costo de venta igual al del mercado actual según CASALCO, de \$0.28 por unidad y el costo de producción del ecoladrillo proporción 1:7.5 de \$0.2102 por unidad. Todo esto proyectado para 5 años; Teniendo así la siguiente tabla:

Tabla 19. Análisis de los Ingresos por Ventas

ANÁLISIS DE INGRESOS POR VENTAS					
AÑO	UNIDADES PRODUCIDAS	VALOR UNITARIO DE VENTA	TOTAL VENTAS PROYECTADAS	COSTO UNITARIO DE FABRICACIÓN	TOTAL COSTO FABRICACIÓN
1	155000	\$ 0.2800	\$ 43,400.00	\$ 0.2102	\$ 32,581.00
2	170500	\$ 0.2800	\$ 47,740.00	\$ 0.2102	\$ 35,839.10
3	187550	\$ 0.2800	\$ 52,514.00	\$ 0.2102	\$ 39,423.01
4	206305	\$ 0.2800	\$ 57,765.40	\$ 0.2102	\$ 43,365.31
5	226936	\$ 0.2800	\$ 63,541.94	\$ 0.2102	\$ 47,701.84
TOTALES			\$ 264,961.34		\$ 198,910.26

4.7.3 Análisis de costos y gastos.

“Costo, en un amplio sentido financiero, es toda erogación o desembolso de dinero (o su equivalente) para obtener algún bien o servicio. El desembolso económico puede corresponder a un Costo o específicamente a un Gasto”.²⁴

“Serán Gastos los desembolsos causados o generados por la Administración General de la Empresa: sueldos del personal administrativo, arrendamiento oficina, gastos de capacitación, etc. Los costos son siempre de producción y los gastos son siempre de administración”²⁵. Los costos son recuperables y los gastos no lo son.

A continuación se presenta la secuencia de los egresos previstos, a partir de la fase de ejecución del proyecto que se distribuyen en:

a) Costo de Producción.

“Serán Costos los desembolsos causados en el proceso de fabricación o por la prestación de un servicio: sueldos y salarios del personal de la planta de producción, materias primas, servicios públicos relacionados con el proceso productivo, etc.”²⁶. Para nuestro caso el costo de producción se obtiene de multiplicar el costo de fabricación del ecoladrillo

²⁴ Jiménez Lemus, 2010, p.11

²⁵ Jiménez Lemus, 2010, p.12

²⁶ Jiménez Lemus, 2010, p.11

proporción 1:7.5 de \$0.2102 por unidad por la cantidad proyectada de ventas para cada año según columna de TOTAL COSTO DE FABRICACIÓN de la Tabla 19. ANÁLISIS DE INGRESOS POR VENTAS.

b) Gasto Administrativo.

Es la mano de obra consumida en las áreas administrativas que sirven de apoyo a la producción. Para lo cual se ha considerado un salario mensual de \$400.00, que nos refleja un gasto anual de \$4,800.00

c) Gasto de Ventas.

Es la mano de obra generada por el personal encargado de la comercialización y entrega final del producto o servicio al cliente. Para nuestro caso se ha considerado un gasto de \$150.00 mensuales para todo lo relacionado a ventas. Esto nos da un gasto en ventas anual de \$1,800.00

d) Gasto Financiero.

El financiamiento es un componente de la estructura financiera muy importante de toda empresa, puesto que con este pasivo es que por lo general se financia lo que requiere para operar. Este financiamiento genera gastos por el pago de intereses. Para nuestro caso no se tiene gasto financiero ya que la inversión se hace con capital propio.

e) Depreciación.

La depreciación es la pérdida de valor de un bien como consecuencia de su desgaste con el paso del tiempo. Para nuestro cálculo nos basamos en la ley de impuesto sobre la renta de El Salvador, en el artículo 30. A continuación se presenta los cálculos de depreciaciones de las maquinarias que se utilizan en la fabricación de los ecoladrillos.

Calculo de la depreciación Maquina ADOPRES1000.

Los ladrillos de suelo cemento se fabrican con maquina hidráulica ADOPRES1000. Se considera una producción diaria de 500 unidades, para lo cual se obtiene una producción anual (considerando 310 días de producción anual) de **155,000** unidades aproximadamente.

Si el precio de la maquina en el mercado es de **\$2,500.00** y su respectivo porcentaje de depreciación por año es de 20% (considerando 5 años de vida útil), entonces:

Depreciación = $\$2,500.00 \times 20\% / 100\% = \$500.00/\text{año}$

Calculo de la depreciación de Concretera de una bolsa.

La mezcla de los agregados se realiza en la maquina mezcladora de concreto, con un valor en mercado de **\$2,000.00** a lo cual le calcularemos su respectivo porcentaje de depreciación por año es de 20% (considerando 5 años de vida útil), entonces:

Depreciación = $\$2,000.00 \times 20\% / 100\% = \$400.00/\text{año}$

Entre ambas maquinas tenemos una depreciación anual de **\$900.00**.

Tabla 20. Análisis de Costos y Gastos, para un periodo de 5 años.

ANÁLISIS DE COSTOS Y GASTOS					
DESCIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
COSTOS DE PRODUCCION	\$32,581.00	\$35,839.10	\$39,423.01	\$43,365.31	\$47,701.84
GASTO ADMINISTRATIVOS	\$4,800.00	\$4,800.00	\$4,800.00	\$4,800.00	\$4,800.00
GASTO DE VENTAS	\$1,800.00	\$1,800.00	\$1,800.00	\$1,800.00	\$1,800.00
GASTO FINANCIERO	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
DEPRECIACION MAQUINARIA (20% anual)	\$900.00	\$900.00	\$900.00	\$900.00	\$900.00
TOTAL COSTOS Y GASTOS POR AÑO	\$40,081.00	\$43,339.10	\$46,923.01	\$50,865.31	\$55,201.84

4.7.4 Estado de pérdidas y ganancias.

En contabilidad, el estado de resultados, estado de rendimiento económico o estado de pérdidas y ganancias, es un estado financiero que muestra ordenada y detalladamente la forma de cómo se obtuvo la utilidad del ejercicio durante un periodo determinado.

Como ingresos usualmente se toman en cuenta las ventas realizadas y como costos, lo concerniente al costo de producción, gastos de administración, gasto de ventas, gasto financiero.

Para el costo de producción se ha tomado el costo unitario del producto multiplicado por la

BALANCE GENERAL DE PERDIDAS Y GANANCIAS					
DESCIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESO POR VENTAS	\$43,400.00	\$47,740.00	\$52,514.00	\$57,765.40	\$63,541.94
(-) COSTO DE PRODUCCION	\$32,581.00	\$35,839.10	\$39,423.01	\$43,365.31	\$47,701.84
UTILIDAD BRUTA	\$10,819.00	\$11,900.90	\$13,090.99	\$14,400.09	\$15,840.10
(-) GASTOS DE VENTAS	-\$1,800.00	-\$1,800.00	-\$1,800.00	-\$1,800.00	-\$1,800.00
(-) GASTOS ADMINISTRATIVOS	-\$4,800.00	-\$4,800.00	-\$4,800.00	-\$4,800.00	-\$4,800.00
UTILIDAD OPERATIVA	\$4,219.00	\$5,300.90	\$6,490.99	\$7,800.09	\$9,240.10
(-) GASTOS FINANCIEROS	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$4,219.00	\$5,300.90	\$6,490.99	\$7,800.09	\$9,240.10
(-) IMPUESTO SOBRE LA RENTA	-\$1,265.70	-\$1,590.27	-\$1,947.30	-\$2,340.03	-\$2,772.03
UTILIDAD NETA	\$2,953.30	\$3,710.63	\$4,543.69	\$5,460.06	\$6,468.07

cantidad proyectada de las ventas. A continuación se presenta una tabla resumen con un periodo de análisis de 5 años.

Tabla 21. Balance General de Pérdidas y Ganancias, para un periodo de 5 años

4.7.5 Cálculo del punto de equilibrio

El punto de equilibrio es una herramienta financiera que se define como aquel punto o nivel de ventas en el cual los ingresos totales son iguales a los costos totales y por lo tanto, no se genera ni utilidad, ni pérdida contable en la operación. El punto de equilibrio permite determinar el número mínimo de unidades que deben ser vendidas o el valor mínimo de las ventas para operar sin pérdidas.

Para la determinación del punto de equilibrio debemos en primer lugar conocer los Costos Fijos y Variables de la empresa.

Costos Fijos: los habíamos mencionado como necesarios e ineludibles: renta del local, sueldos administrativos, servicios públicos, amortizaciones, etc. Se mantienen más o menos constantes y generalmente no cambian en proporción directa con las ventas o unidades producidas.

Costos Variables: son aquellos que cambian en proporción directa con los volúmenes de producción y ventas, por ejemplo: materias primas, mano de obra a destajo, comisiones, etc.

El punto de equilibrio se basa en la relación entre gastos fijos y variables con las ventas. La fórmula básica para su cálculo es:²⁷

$$PE = \frac{GASTOS FIJOS TOTALES}{1 - \left(\frac{COSTOS VARIABLES TOTALES}{VENTAS TOTALES} \right)}$$

Con los datos financieros de la Tabla 22. Datos Análisis de Inversiones y Financiamiento, obtenemos los costos de Materia prima, Mano de obra directa y Gastos administrativos proyectados para un año. Y de la Tabla 23 Análisis de Costos y Gastos, tenemos el costo de Depreciación de Maquinaria. Según se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 22, Estructura del Costo Anual

ESTRUCTURA DEL COSTO (ANUAL)		
DESCIPCIÓN	COSTO FIJO	COSTO VARIABLE
MATERIA PRIMA	\$ -	\$ 21,650.40
MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 9,300.00	\$ -
GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 4,800.00	\$ -
DEPRECIACION MAQUINARIA	\$ 900.00	\$ -
TOTAL	\$ 15,000.00	\$ 21,650.40

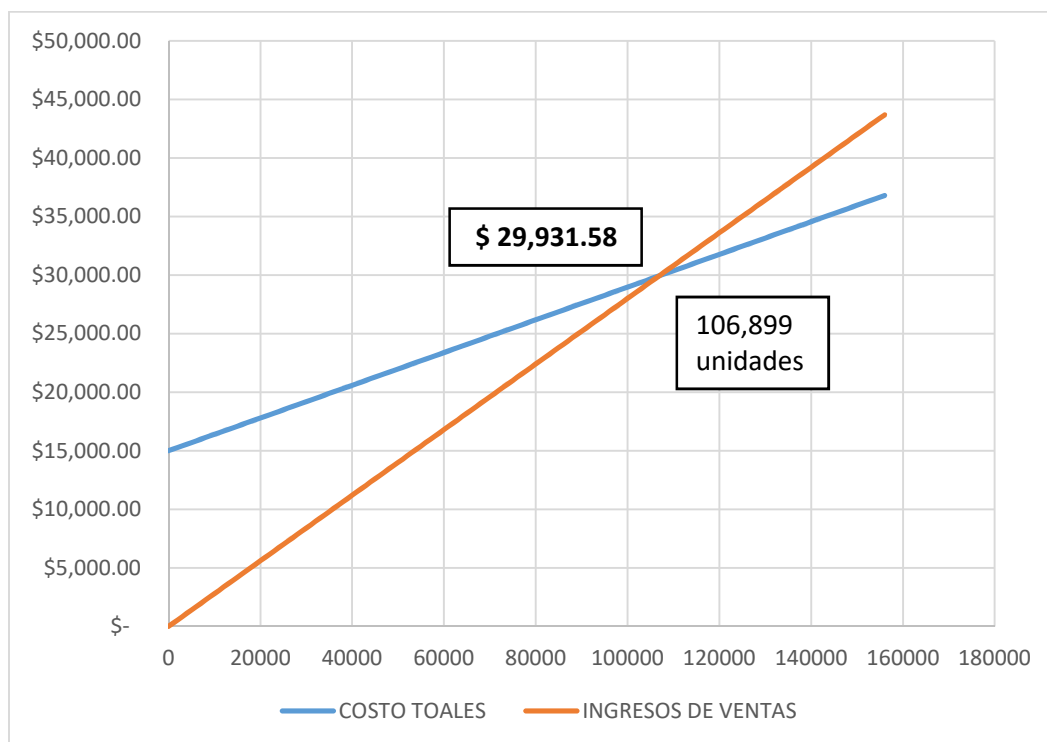
²⁷ William Jiménez Lemus, CONTABILIDAD DE COSTOS

Tabla 23. Punto de Equilibrio Anual, reflejado en dinero y unidades.

PUNTO DE EQUILIBRIO ANUAL	
DESCIPCIÓN	TOTAL
COSTO FIJO	\$ 15,000.00
COSTO VARIABLE	\$ 21,650.40
VENTAS TOTALES PRIMER AÑO	\$ 43,400.00
PUNTO DE EQUILIBRIO EN DINERO	\$ 29,931.58
PRECIO DE VENTA DE PRODUCTO	\$ 0.2800
PUNTO DE EQUILIBRIO EN UNIDADES	106,898.52

El punto de equilibrio se da al lograr la venta de 106,698.52 unidades, por cual asumiremos una cantidad de **106,899 unidades**.

Gráfica 34. Punto de equilibrio. Autoria: Grupo de Tesis



En la gráfica se muestra el punto de equilibrio que se obtiene de la intercepción entre la proyección de costos (punto de partida costo fijo de \$15,000.00, al cual se le agrega el costo variable \$21,650.40), con la línea de proyección de los ingresos por venta estimado para el primer año (\$43,400.00).

4.7.6 Cálculo del VAN y TIR

Los métodos que se utilizan para la evaluación financiera son el valor actual neto (VAN) o valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR).

Valor presente neto (VAN): “Se define como la diferencia entre los ingresos y egresos (incluida como egreso la inversión) a valores actualizados. O la diferencia entre los ingresos netos y la inversión inicial.”²⁸

En otras palabras, el VAN es simplemente la suma actualizada al presente de todos los beneficios, costos e inversiones del proyecto.

Tasa interna de retorno (TIR): Refleja la tasa de interés o de rentabilidad que el proyecto arrojará periodo a periodo durante su vida útil.

La TIR se define, de manera operativa, como la tasa de descuento que hace que el VAN del proyecto sea igual a cero.²⁹

En la Tabla 24. Tabla de VAN y TIR que se presenta a continuación se muestra el flujo de caja proyectado, la inversión inicial del proyecto, para someterlo a la herramienta del VAN y TIR, con el objetivo de analizar la factibilidad de la inversión del proyecto en base a la tasa requerida por los inversionistas.

En base a los datos obtenidos el proyecto es viable, ya que el valor del VAN es positivo y TIR es de 13.87% valor que es mayor a la tasa de préstamo más un margen de riesgo que puede ser de un 10%, por lo que se considera adecuada la cantidad de unidades que se planea vender en los cinco años en los que se analiza el proyecto. (Ver Tabla 24. Tabla de VAN y TIR)

²⁸ Córdova Padilla, 2006, pág. 236

²⁹ Córdova Padilla, 2006, pág. 236

Tabla 22. Tabla de VAN y TIR

FLUJO DE CAJA						
DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
1. INVERSIÓN FIJA						
Construcción Galera	-\$1,500.00					
Maquinaria y Equipo	-\$4,500.00					
Otros Activos (muebles, Equipo Oficina)	-\$1,000.00					
2. INVERSIÓN DIFERIDA						
Gasto de Puesta en marcha	-\$1,000.00					
Gasto de Organización	-\$1,200.00					
3. CAPITAL DE TRABAJO						
Materia Prima	-\$3,608.40					
Mano de Obra directa	-\$1,550.00					
Gastos Administrativos	-\$800.00					
INGRESO POR VENTAS		\$43,400.00	\$47,740.00	\$52,514.00	\$57,765.40	\$63,541.94
(-) COSTO DE PRODUCCION		-\$32,581.00	-\$35,839.10	-\$39,423.01	-\$43,365.31	-\$47,701.84
UTILIDAD BRUTA		\$10,819.00	\$11,900.90	\$13,090.99	\$14,400.09	\$15,840.10
(-) GASTOS DE VENTAS		-\$1,800.00	-\$1,800.00	-\$1,800.00	-\$1,800.00	-\$1,800.00
(-) GASTOS ADMINISTRATIVOS		-\$4,800.00	-\$4,800.00	-\$4,800.00	-\$4,800.00	-\$4,800.00
UTILIDAD OPERATIVA		\$4,219.00	\$5,300.90	\$6,490.99	\$7,800.09	\$9,240.10
(-) GASTOS FINANCIEROS		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$4,219.00	\$5,300.90	\$6,490.99	\$7,800.09	\$9,240.10
(-) IMPUESTO SOBRE LA RENTA		-\$1,265.70	-\$1,590.27	-\$1,947.30	-\$2,340.03	-\$2,772.03
FLUJO DE EFECTIVO	-\$15,158.40	\$2,953.30	\$3,710.63	\$4,543.69	\$5,460.06	\$6,468.07
TASA	10.00%					
VAN	\$16,910.66					
VALOR ACTUAL NETO	\$1,752.26					
TIR	13.87%					

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a todo lo desarrollado en el trabajo de investigación se puede llegar a las siguientes conclusiones.

El cambio climático es un fenómeno que afecta mayormente países vulnerables como el salvador, por lo tanto, el uso de materiales ecológicamente funcionales es necesario en nuestro medio para poder cuidar el medio ambiente en el que habitamos.

El sector ladrillero en el país es uno de los segmentos del ramo de la construcción que causa mucho daño al medio ambiente, debido a la demanda de suelo y leña para el proceso de fabricación de ladrillos de arcilla cocida.

De acuerdo a los resultados de encuesta, el sector construcción de la zona oriental compuesto por empresas, profesionales y contratistas, esta consiente del daño al medio ambiente que produce la fabricación de ladrillos de arcilla cocida, y manifiesta interés en usar materiales alternativos que no dañen al medio ambiente, en este caso el uso del eco ladrillo como material sustituto al ladrillo cocido.

Las pruebas de laboratorio hechas a los ecoladrillos según la norma ASTM C69, muestran resultados en los que se observan mayores resistencias de estos con respecto a los ladrillos de arcilla cocida, esto tomando como parámetro la norma ASTM C62 como base comparativa.

Se tiene que la proporción 1:7.5 de eco ladrillo es la que presenta características técnicas y económicas adecuadas que hace que sea la ideal para la fabricación y comercialización.

Se ha determinado el uso de cemento ASTM C-1157 como mejor alternativa de fabricación debido a sus características de consistencia y resistencia.

Al hacer una comparación técnica y económica entre las mezclas de eco ladrillo y los ladrillos de arcilla cocida tradicional se concluye que:

- Existe ventaja técnica para las mezclas de eco ladrillo, dando mayores valores de resistencia a compresión, flexión y menor porcentaje de absorción como parámetros más importantes.
- El método mecánico de fabricación es el que presenta las mejores condiciones al obtener mayor eficiencia y calidad en la producción.

Para la producción comercial del eco ladrillo se hace necesario la sistematización del proceso de fabricación, para así tener niveles óptimos de eficiencia y rendimiento de materiales, mano de obra y equipo y se lograría de esta manera reducir costos de producción.

En el proceso de fabricación de eco ladrillo de proporción 1:7.5 se elaboró una guía de los pasos a seguir, tomando en cuenta las condiciones de operación de una ladrillera tradicional en la ciudad de San Miguel, la cual es similar a todas las que conforman el sector ladrillero, no teniendo mayores condiciones en cuanto a instalaciones, personal y equipo, esto durante el proceso investigativo de la tesis.

En el apartado de análisis de ingresos por venta, se elaboró un análisis de precio unitario de fabricación para cada proporción, tomando costos fijos de materia prima y sin aplicarles ninguna variación de precios durante los 5 años proyectados de ventas. Esto se planteó así ya que el precio asumido de venta del producto es el mismo que el de mercado y no el de costo de producción. Asumiendo que por cada incremento en la materia prima, conlleva a una correlación de incremento en el precio de venta, teniendo un efecto cero para el margen de ganancia establecido.

En el presente estudio se tomó como banco de material de tierra la cantera del delirio, ya que durante las pruebas de selección de suelo (prueba de decantación), cumplió con los requisitos y no hubo necesidad de probar con otros suelos para los fines de esta tesis. Pero

al conseguir un banco de material diferente que cumpla con los requisitos podría reducir considerablemente los costos de producción.

De acuerdo al punto de equilibrio se tienen que producir 106,899 unidades para equilibrar ventas con costos de producción, donde se observa que casi por un periodo de 8 meses, se estará sin recibir algún beneficio durante el año 1 de ventas. Pero para fines de esta tesis se planteó demostrar la factibilidad de producción y no un nivel de ganancias específico.

Las normas ASTM C62 y ASTM C67, se complementan entre sí, la primera contiene los parámetros o las características que deben cumplir los ladrillos y la segunda da los parámetros para la realización de las diferentes pruebas de laboratorio.

5.2 RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados de pruebas de laboratorio, análisis financiero y factibilidad de aceptación al sector construcción según encuestas, se sugieren las siguientes recomendaciones.

Se recomienda promover la fabricación de eco ladrillo a los productores de ladrillo de barro, pues en el proceso de fabricación de eco ladrillo no se producen los daños que se dan en la fabricación de ladrillo de arcilla cocida al usar tierra como materia prima y leña como combustible para la quema del mismo, produciendo deforestación y contaminación a la atmosfera, trayendo como consecuencia efectos dañinos al medio ambiente.

Usar el método mecánico para la producción de eco ladrillo, ya que presenta mayores ventajas.

Usar cemento ASTM C-1157 para obtener unidades con mejores resistencias para que puedan ser manipuladas sin que se deformen sus aristas.

Usar un mismo banco de materiales siempre y cuando cumpla con el contenido requerido de limo y arena, con la intención de no tener mayor variación en este contenido y así poder tener producción con las mismas características de las unidades de eco ladrillos fabricadas.

Seguir los pasos detallados en manual de fabricación de eco ladrillo, siendo la selección y prueba de suelo a usar el aspecto primordial para la elaboración de la mezcla.

Capacitar al personal que labora en la ladrillera respecto al proceso de fabricación de eco ladrillo.

Se recomienda realizar un estudio de mercado para futuras investigaciones relacionados a este tema, para ampliar o para dar continuidad al presente estudio.

Se recomienda para futuras investigaciones referentes a la fabricación de ladrillo de suelo cemento, incorporar o desarrollar manuales de control de calidad más dedicados, con el objetivo de estandarizar la calidad del producto terminado.

Se recomienda para futuras investigaciones profundizar en el aspecto de como poder mejorar la rentabilidad económica de la producción, comercialización y venta del producto.

Para lograr las proyecciones de ventas, deberá incorporarse una maquina adicional para la fabricación, y poder lograr así las proyecciones de producción.

5.3 GLOSARIO

Ladrillo de arcilla cocida: Es un producto hecho básicamente de barro o arcilla con o sin adición de otros materiales, moldeado en forma rectangular con o sin agujeros o cavidades, y endurecido por medio de fuego hasta fusión incipiente; utilizado en la industria de la construcción para estructuras, muros, paredes, pisos y otras aplicaciones arquitectónicas.

Ecoladrillo: Es un producto hecho de material selecto y cemento portland, moldeado en forma rectangular, que presente ser sustituto del ladrillo de arcilla cocida tradicional.

Normas A.S.T.M: Sigla de la American Society for Testing and Materials, fundada en 1898. Es la mayor organización científica y técnica **para** el establecimiento y la difusión de normas relativas a las características y prestaciones de materiales, productos, sistemas y servicios.

Material sostenible: Aquellos que no sean dañinos al medio ambiente, duraderos y que necesiten un escaso mantenimiento, que puedan reutilizarse, reciclarse o recuperarse.

Sector construcción: Conjunto de empresas, distribuidores de materiales, profesionales, contratistas y demás personas que llevan a cabo actividades de construcción de obras nuevas, reparaciones, remodelaciones y toda rubro que tenga que ver con el ramo de la construcción civil.

Investigación Descriptiva: Aquella que tiene como finalidad definir, clasificar, catalogar o caracterizar el objeto de estudio. Los principales métodos de la investigación descriptiva son el observacional, el de encuestas y los estudios de caso único.

Investigación Aplicada: Aquella que busca la aplicación o utilización de los conocimientos (datos) adquiridos por medio del instrumento aplicado.

Población: Conjunto de sujetos o elementos que presentan características comunes. Sobre esta **población** se realiza el estudio con el fin de obtener datos de interés.

Muestra: Subconjunto de elementos de la **población**, el mejor resultado para un proceso de obtención de datos de interés sería estudiar a toda la población, pero esto generalmente resulta imposible, ya sea porque supone un coste económico alto o porque requiere demasiado tiempo.

5.4 BIBLIOGRAFIA. (Por orden de citación)

- Fuente página web de convención de naciones unidas para el cambio climático, http://www.sv.undp.org/content/el_salvador/es/home/library/environment_energy/el-abc-del-cambio-climatico.html
- Informe No. 35226 - SV República de El Salvador Análisis Ambiental de País Mejorando la Gestión Ambiental para Abordar la Liberalización Comercial y la Expansión de Infraestructura
- Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTYC año 2016) INFORME PRINCIPALES RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE HOGARES DE PROPÓSITOS MÚLTIPLES 2016
- La segregación, transporte y sedimentación de las partículas del suelo son por las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial, definen el proceso de erosión hídrica. Este se ve afectado por varios factores, como son, el clima, el suelo, la vegetación y la topografía. (Erosión hídrica: principios y técnicas de manejo - 1a ed. - Río Cuarto: UniRío Editora. 2012.)
- Tabla 1 y 2: Informe Naciones Unidas, el ABC del Cambio de El Salvador
- Informe Naciones Unidas, el ABC del Cambio de El Salvador.
- Manual De Capacitación Sector Ladrillero En América Latina, Primera edición, Perú, Marzo de 2016
- Metodología de la Investigación, Sexta Edición, Dr. Roberto Hernández Sampieri.
- Estadística aplicada a las Ciencias Sociales
- Pedro Morales Vallejo, Universidad Pontificia Comillas • Madrid • Facultad de Humanidades
- (Última revisión, 13 de Diciembre, 2012).
- Estudio de mercado del sector ladrillero de Centroamérica, año 2013, Elaborado por Guía Agropecuaria
- EPA. 2012. Report to Congress on Black Carbon
- World Health Organization. 2012. Health effects of black carbon.
- 10OMS 2006. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre

- Tesis: Propuesta De Sistemas Energéticos Alternativos Para Sustituir La Leña En La Cocción De Ladrillo Y Teja De Barro En El Salvador. San Salvador, año 2009. Universidad Don Bosco.
- *Fuente: CURRENT, D. & JUÁREZ, M. 1992*
- *Córdova Padilla, 2006, pág. 192*
- *William Jiménez Lemus, CONTABILIDAD DE COSTOS*

5.5 ANEXOS.

5.5.1 Modelo de encuesta a implementar:

PROPUESTA DE ECOLADRILLO COMO MATERIAL SUSTITUTO PARA EL LADRILLO DE ARCILLA COCIDO, AL SECTOR CONSTRUCCION DE LA ZONA ORIENTAL

N° _____

EMPRESA: _____ CARGO _____ INDEPENDIENT

E: _____ Nivel académico _____ DEPARTAMENTO:

OBJETIVO DE LA ENCUESTA:

Conocer el grado de aceptación que el sector construcción de la zona oriental tendría del ecoladrillo como sustituto al ladrillo de arcilla.

¿Cree usted que es importante cuidar los recursos naturales?

MUCHO		REGULAR		POCO	
-------	--	---------	--	------	--

¿Sabe usted que la industria de la construcción es una de las principales causantes de la contaminación al medio ambiente?

SI		NO	
----	--	----	--

¿Considera usted que los materiales que se usan en la construcción contaminan el medio ambiente, entre ellas el ladrillo de barro cocido?

SI		NO				POCO	
----	--	----	--	--	--	------	--

¿En sus construcciones utiliza ladrillo de arcilla cocida?

SI		NO				POCO	
----	--	----	--	--	--	------	--

¿Sabe que la fabricación del ladrillo de arcilla cocida es una de las causas de la deforestación y contaminación del aire en nuestro país?

SI		NO				POCO	
----	--	----	--	--	--	------	--

¿Ha escuchado hablar sobre procesos constructivos que no contaminan al medio ambiente?

SI		POCO				NO	
----	--	------	--	--	--	----	--

¿Está usted interesado en usar materiales de construcción que no contaminen?

SI		NO		POCO	
----	--	----	--	------	--

¿Considera importante que se fabriquen estos materiales de construcción que no contaminen el medio ambiente?

SI		NO					REGULAR	
----	--	----	--	--	--	--	---------	--

¿Estaría dispuesto a utilizar ecoladrillo en sus construcciones como sustituto del ladrillo de arcilla cocido?

SI		NO		REGULAR	
----	--	----	--	---------	--

¿Qué precio estaría dispuesto a pagar por el producto ecoladrillo, que demuestra mejor calidad en comparación con el ladrillo de arcilla cocido?

MISMO		MENOS		MAS	
-------	--	-------	--	-----	--

5.5.2 Norma ASTM C- 62 y Norma ASTM C-67

NORMA ASTM C- 62

ESPECIFICACIÓN DE LA NORMA PARA LADRILLOS DE CONSTRUCCION (UNIDADES DE ALBAÑILERIA SOLIDA HECHA DE ARCILLA O ESQUISTO)

1.0 Alcance.

Esta especificación cubre ladrillos intencionados para albañilería estructural como para albañilería no estructural Donde la apariencia externa no es un requerimiento.

Los ladrillos son unidades prismáticas disponibles en una variedad de tamaño, forma, textura, y colores. La especificación no cubre ladrillos intencionados para usar como unidad de guarnición o donde la apariencia de la superficie es un requerimiento. Esta especificación no cubre ladrillos intencionados para pavimentación.

Los requerimientos de propiedad de esta Norma aplican al tiempo que se compra. El uso de resultados de prueba de ladrillos extraídos de estructuras de albañilería para determinar conformidad o no conformidad de los requerimientos de propiedad de esta Norma está más allá del alcance de esta Norma.

Los ladrillos son manufacturados de arcilla, esquisto o sustancias terrestres similares y sujetas a un tratamiento de calor a altas temperaturas. El tratamiento de calor debe desarrollar suficientes enlaces entre los Constituyentes particulados para proveer la fuerza y durabilidad que requiere esta especificación.

Los ladrillos pueden darse les forma durante la fabricación por moldeo, presión, o extrusión, y el método de pue para describir el ladrillo.

Los valores dados en las unidades de pulgada Libra deben ser vistos como la Norma.

2. Grados o categorías.

Categoría clasifica los ladrillos acordes su resistencia al daño causado por congelación cuando está mojado. Tres categorías son cubiertas y requerimiento de categoría se muestra en la tabla 1.

Categoría SW- los ladrillos intencionados para el uso donde hay alta y resistencia uniforme al daño causado por congelamiento cíclico son deseados y donde el ladrillo pudo ser congelado cuando hay agua saturada.

Categoría MW- que pueden ser usados donde la resistencia moderada al daño de congelación cíclica es permisible o donde el ladrillo puede estar húmedo pero no saturado con agua cuando la congelación ocurre.

Categoría NW- ladrillos con poca resistencia al daño de congelación cíclica pero que puede ser aceptable para aplicaciones de protección de absorción de agua y congelación.

3. Propiedades físicas.

Apariencia- Si a los ladrillos se les requiere que tengan un color en particular, textura, acabado, uniformidad, o límites en las grietas, alabeo u otras imperfecciones reducibles de la apariencia deberían ser obtenidos bajo otras especificaciones Como C216.

Durabilidad- el ladrillo debe acatar los requerimientos físicos para la categoría especificada, como como ésta prescriba en la tabla 1. Para la fuerza compresiva requerida en la tabla 1. Probar la unidad con fuerza compresiva perpendicular a la superficie de la cama de la unidad, con la unidad en posición estirada.

A no ser de otra manera especificada por el comprador, ladrillos de categoría SW y MW deben ser aceptados en vez de la categoría Nw, y categoría SW en vez de categoría MW. Cuando la categoría no es especificada, los requerimientos de la categoría SW son los que gobiernan.

Sí el coeficiente de saturación requerido debe de desistir dado que el promedio de absorción de agua helada de una prueba al azar de 5 ladrillos no exceda el 8%, no de la prueba exceda el 8% y la absorción de agua helada debe de ser menor que el 10%.

Congelar y descongelar- los requerimientos especificados en la absorción de agua y el coeficiente de saturación deben de desistir dado que una prueba de 5 ladrillos, conociendo los otros requerimientos, pasando la prueba de congelar y descongelar descrita en la sección de Rango o clasificación de procedimientos de congelar y descongelar el método de las pruebas C67.

Requerimientos de desistimiento de absorción y coeficiente de saturación- si el ladrillo está intencionado para el uso a la intemperie donde el índice del clima es menor de 50 (véase la figura 1), a menos de otra manera especificada, los requerimientos dados Anteriormente para la absorción del agua (5 horas hirviendo) y para el coeficiente de saturación deben de existir y un promedio mínimo de fuerza requerido de 2500 psi (17.2 mpa) debe ser aplicada.

Fuerza- cuando los ladrillos son requeridos a tener una fuerza mayor que la descrita en la especificación, el comprador debe especificar la fuerza mínima.

Medida inicial de absorción (IRA)- los resultados de prueba para la medida inicial de absorción deben ser determinados en acuerdo con la sección 9 del método de prueba C67 y debe ser proporcionada a petición del especificador o el comprador. IRA no es una condición calificativo o propiedad de unidades en esta especificación, está propiedad es medida de manera de asistir en la selección de morteros y manejo de material en el proceso de construcción. Vea la nota.

Nota- medida inicial de absorción (succión)- laboratorio e investigación de campo han mostrado que fuertes uniones socadas contra agua entre morteros y unidades de albañilería no son conseguidas por métodos de construcción ordinaria cuando las unidades postradas tienen una excesiva medida inicial de absorción. morteros que han endurecido a causa de pérdida excesiva de mezclar agua a una unidad puede no tener contacto completo e íntimo con una segunda unidad, resultando una adhesión pobre, enlace incompleto, y uniones permeables de baja resistencia, La IRA de la unidad es determinada por el método de laboratorio descrito en la sección 9 del método de prueba C67. La IRA en el campo depende de la humedad contenida en la unidad de albañilería y es determinada conforme la sección 14 del método de prueba C67. Unidades teniendo un promedio de campo de IRA excedido a 30 g/min por 3 plg² Deberían de tener su IRA abajo de los 30 g/min por 3 pulgadas cuadradas antes de ponerlos.

Pueden ser mojados inmediatamente antes de poner los, pero es preferible mojarlos bien de 3 a 24 horas antes de ponerlos en uso así darles tiempo de humedecer y se distribuye en toda la unidad.

TABLA 1 REQUERIMIENTOS FISICOS

Designacion	Fuerza compresiva minima Area bruta , psi (MPA)		Absorcion maxima de agua por 5-h hirviendo, %		Coeficiente de maxima absorcion	
	Prom. de 5 ladrillos	Individual	Prom. de 5 ladrillos	Individual	Prom. de 5 ladrillos	Individual
Categoria Sw	3,000 (20.7)	2,500 (17.2)	17.00	20.00	0.78	0.80
Categoria Mw	2,500 (17.2)	2,200 (15.2)	22.00	25.00	0.88	0.90
Categoria Nw	1,500 (10.3)	1,250 (8.6)	sin limite	sin limite	sin limite	sin limite

4. TAMAÑO Y NUCLEO.

Tamaño- el tamaño de ladrillo deberá ser especificado por el comprador, la variación máxima permisible en dimensiones de las unidades no debe exceder esas dadas en la tabla-3.

Núcleo del ladrillo- A menos que de otra manera especificada en el recibo de orden, los ladrillos deben ser sólidos o con núcleo opción del vendedor. El área neta de la sección transversal del núcleo del ladrillo en cualquier plano paralelo a la superficie conteniendo el núcleo debe ser al -75% del grosor del área de la sección transversal medida en el mismo plano, ni 1 parte de cualquier hoyo debe ser menor que un cuarto de pulgada de cualquier esquina de cualquier esquina del ladrillo.

TABLA 2. RECOMENDACIÓN CATEGORICA PARA ORIENTACION CARA

Orientacion	Indice Climatico		
	menos de 50	50 a 500	500 a mayor
En superficies verticales			
En contacto con la tierra	MW	SW	SW
No en contacto con la tierra	MW	SW	SW
En otras no sean superficies verticales			
En contacto con la tierra	SW	SW	SW
No en contacto con la tierra	MW	SW	SW

TABLA 3. VARIACIONES DE DIMENSIONES PERMISIBLE.

Dimensiones especificas	Variacion maxima permisible en dimensiones especificadas, mas o menos, plg (mm)
Hasta 3 (76), plgcl	3/32 (2.4)
Arriba de 3 a 4 (76 a 102), plgcl	1/8 (3.2)
Arriba de 4 a 6 (102 a 152), plgcl	3/16 (4.8)
Arriba de 6 a 8 (152a 203), plgcl	1/4 (6.4)
Arriba de 8 a 12 (203 a 305), plgcl	5/16 (7.9)
Arriba de 12 a 16 (305 a 406), plgcl	3/8 (9.5)

Cuña, cruzamiento- A menos que de otra manera en el recibo de orden, una fachada de ladrillo puede tener una escotadura o cruzamiento es exceder los tres octavos de pulgada en profundidad y ninguna parte será menor que tres cuartos de pulgada de cualquier orilla de ladrillo.

5. Muestra y prueba.

Para propósitos de prueba, los ladrillos que son representantes del producto comercial deben ser seleccionados por una persona competente y seleccionados por el comprador, el lugar o lugares de la selección deberá ser designado cuando la orden del comprador esté lista. El producto o el comprador deberán proporcionar el Espécimen de prueba sin ningún cargo.

El ladrillo deberá ser probado y examinado de acuerdo al método de prueba c67.

Nota- a menos que especifique de otra manera en la orden de compra, el costo de la prueba es llevado como sigue: Si el resultado de la prueba muestra que el ladrillo no cumple las especificaciones requeridas, el costo es típicamente llevado por El vendedor, si el resultado de la prueba muestra que cumple con las especificaciones requeridas, Entonces el costo es típicamente llevado por el comprador.

6. Inspección visual.

Inspección visual.

El ladrillo, al ser llevado al sitio, deberá, por inspección visual, deberá acatar con las especificaciones requeridas por el comprador o por la prueba o por la prueba aprobada por

la norma de comparación y la prueba aprobando la prueba para los requerimientos físicos. Grietas superficiales que no sean parte del proceso de producción, o pequeñas estrías causadas por el método de manejo y envío, no deben ser causantes para que el ladrillo no sea aprobado.

El ladrillo debe estar libre de defectos, deficiencias y de tratamiento superficial, incluyendo capas que pueden interferir con la puesta apropiada de ladrillo o invalidar significativamente la fuerza o el proceso de la construcción.

A menos que se acuerde entre el comprador y el vendedor, un envío de ladrillos no puede contener más del 5% de ladrillos quebrados.

NORMA ASTM C-67

NORMA DE METODOS DE PRUEBA DE ENSAYO Y PRUEBA DE LADRILLOS DE ARCILLA ESTRUCTURALES

1. Alcance.

Estos métodos de prueba cubren procedimientos para el ensayo y prueba de ladrillos y ladrillo de arcilla estructurales. Aunque No necesariamente es aplicable a todas las clases de unidades, la prueba incluye el módulo de ruptura, fuerza compresiva, absorción, coeficiente de saturación, efecto de congelar y descongelar, eflorescencia, medida inicial de absorción y determinación de peso, tamaño, encorvamiento, cambio de longitud y de área vacía.

Esta Norma no pretende dirigir todos los factores de seguridad, si hay alguno, asociado con el uso, es responsabilidad del usuario de esta norma debe establecer prácticas saludables y de seguridad apropiadas y determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de usarlas.

2. Terminología.

Definiciones

Terminología E6 y C43 deberá ser aplicada a los términos usados en esta prueba de métodos.

3. Pruebas.

Selección de prueba de muestra- para el propósito de estas pruebas, ladrillos enteros unidades de albañilería deben ser seleccionados por el comprador o el representante autorizado. Las muestras deberán ser representativas de un lote de unidades de las cuales serán seleccionadas e incluyan muestras representativas de los rangos de colores, texturas y tamaño en la carga y deben estar libres de suciedad, lodo u otro material que no esté asociado con el proceso de producción.

Número de muestras:

Ladrillos- para el módulo de ruptura, fuerza compresiva, resistencia a la abrasión y determinación de la absorción, por lo menos 10 ladrillos serán seleccionados por lotes de mil ladrillos o fracción. Pruebas adicionales pueden ser tomadas a discreción del comprador.

Ladrillos de arcilla estructurales- para la determinación del peso y para la fuerza compresiva y prueba de absorción, por lo menos 5 ladrillos deben ser seleccionados de cada lote de 250 toneladas o fracción. Para lotes más grandes, cinco muestras adicionales deberán ser aprobadas por cada quinientas toneladas o fracción, en ningún caso menos de 5 ladrillos serán tomados. Muestras adicionales pueden ser tomadas a discreción del comprador.

Identificación- Toda muestra deberá ser marcada para que pueda ser identificada. Lo marcado lo deberá cubrir más del 5% del área superficial de la muestra.

Secado- secar la muestra de prueba en un horno ventilado a 230 hasta 239 °F (110 a 115°C) Por no menos de 24 horas y hasta que dos pesadas sucesivas a intervalos de dos horas muestren un incremento de pérdida de 0.2% de la última muestra pesada.

Enfriamiento- Después de secado, enfriar la muestra en un cuarto seco manteniendo una temperatura de $24 \pm 0.8^{\circ}\text{C}$, con una humedad relativa entre 30 y 70%. Guarde la unidad de libre de cargas, sin amontonar, con espacios separados, por un período no menos de 4 horas. No use muestras que estén calientes al tacto para cualquier prueba que requiera una unidad seca.

Un método alternativo para enfriar la muestra hasta aproximadamente temperatura ambiente es: guarde las unidades sin amontonar, con separaciones en un cuarto ventilado por un período de 4 horas, con una corriente de aire de un ventilador eléctrico por aproximadamente 2 horas.

Cálculos e informe:

Calcular el peso por unidad de área de la muestra dividiendo el total del peso en libras por el área promedio en pies cuadrados de las dos caras de la unidad cómo está puestas en una pared.

Los resultados de los informes separados por cada unidad con el promedio de 5 unidades o más.

Remover la capa de silicona de cada unidad de ladrillo- la capa de silicona que será removida por el proceso de es cualquiera de las siliconas polímeros orgánicos compuestos usados para capas de resistencia al agua en ladrillos. Calentar el ladrillo a 510 grados centígrados en Una atmósfera oxidante por un período no menor de 3 horas. La razón de calentamiento no debe de exceder los 149 grados centígrados por hora.

4. Módulo de ruptura (prueba de flexión)

Muestra de prueba- La muestra de debe consistir de unidades enteras y secas.

Cinco de las muestras deberán ser probadas.

Procedimiento:

Sostener la muestra de prueba plana A menos que sea indicado de otra forma extendida aproximadamente a 25.4 mm menos qué es la longitud de unidad básica y cargada a media extensión.

Si la muestra tiene encaje o rebajada ponerlas de modo que el encaje esté en el lado de la compresión. Aplique la carga a la superficie superior de la muestra por medio de una placa de acero de 6.35 mm en grosor y de 38.10 mm de ancho y de largo por lo menos el ancho de la muestra.

Asegúrese que lo soportes de la muestra de prueba está en libres de rotar en la dirección longitudinal y transversal de la muestra de prueba y ajuste los para que ellos no ejercen ninguna fuerza en estas direcciones.

Velocidad de prueba- la razón de carga no deberá exceder los 8896 n/min. Pero requerimientos podrían ser considerados si al encontrarse la velocidad de la cabecera de movimiento de la máquina de prueba inmediatamente antes de aplicar la carga no es más de 1.27 milímetros por minuto.

Cálculos e informe:

Calcular el módulo de ruptura de cada muestra cómo lo siguiente:

$$S=3W (l/2- x)bd^2$$

Donde

S= Módulo de ruptura de la muestra al plano de falla, Pa

W= máxima carga indicada por la máquina de prueba, N

l= distancia entre apoyos, mm

b= ancho neto, de la prueba en el plano de falla, mm

x= distancia promedio desde la media extensión de la muestra hasta el plano de falla medido desde la dirección de la extensión a lo largo de la línea central de la superficie de la cama sujeta atención, mm.

El informe de promedio de módulo de ruptura determina, de todas las muestras probadas el módulo de ruptura de lote.

5. Fuerza compresiva.

Muestra de prueba:

Ladrillo- la muestra de prueba consistirá de medio ladrillo seco, la altura entera y el ancho de la unidad, con una longitud igual a la mitad del largo entero de una unidad, 25.4 mm, excepto como está descrito abajo. Si la muestra de prueba descrita arriba excede la capacidad de la máquina, la muestra de prueba deberá consistir de pedazos secos de ladrillo, altura entera y ancho de la unidad, con una longitud no menos de un cuarto de un cuarto de la longitud de una unidad entera, y con un área de sección transversal perpendicular al soporte no menos de 90.3 centímetros cuadrados. La muestra deberá ser obtenida por un método que producirá, sin tambalear o rajar una muestra con aproximadamente orillas planas y paralelas, 5 muestras deberán ser probadas. Ladrillo estructural de arcilla- prueba de 5 muestras de ladrillos secos en una cama de apoyo igual al ancho 25.4 mm o pruebe unidades enteras.

Cubriendo muestras de pruebas:

Toda muestra deberá estar seca y fría antes de que cualquier porción del procedimiento de cubierta se lleve a cabo.

si la superficie en la cual será la superficie de apoyo durante la prueba de compresión está rajada o paneleada, llene la depresión con un mortero compuesto de una parte por peso de cemento de Rápido endurecimiento y dos partes por peso de arena. Deje la muestra por lo menos 48 horas antes de recubrir.

Donde la rebajada exceda 12.7 milímetros, use un ladrillo o una tajada de ladrillo o placa de metal como relleno. Recubre a las muestras de Prueba con cualquiera de los siguientes procedimientos.

Cubierta Gypsum- Cubrir las superficies opuestas de apoyo de cada muestra y deje que se sequen bien, acueste una de las superficies cubiertas de la muestra que ha sido tendida en un contenedor que no absorbe el aceite, como el vidrio. La placa de molde de la superficie deberá de ser plana Entre 0.076mm en 406 mm y Suficientemente rígida; y así apoyada para que no sea desviada durante la operación de cubrimiento, de u otro material adecuado, repita este proceso con las otras superficies cubiertas, tenga cuidado con el apoyo puesto en la superficie que se formará aproximadamente paralelo y perpendicular al eje vertical de la muestra y el grueso de las tapas van a ser aproximadamente la misma y no excediendo 3.18 mm, deje las tapaderas por lo menos 24 horas antes de probar la muestra.

Cubrimiento de llenado de azufre- Usa una muestra conteniendo de 40 a 60% en peso de azufre, lo Sobrante que sea arcilla quemada u otro material inerte adecuado pasado en un tamiz número 150 Cómo sin plastificante, Los requerimientos de la placa del molde superficial son descritos en el proceso anterior. ponga cuatro barras cuadradas de acero de 25.4 mm en la superficie de la placa para que forme un molde rectangular de aproximadamente 12.7 mm mayor en cualquier dimensión interior de la muestra, caliente la mezcla de azufre en una olla controlada termostática mente a una temperatura suficiente para poder mantener fluidez por un período razonable de tiempo después de tener contacto con la superficie que está haciendo cubierta, tenga cuidado con prevenir el sobrecalentamiento y mueva el líquido en la olla antes de usarlo, llene el molde a una profundidad de 6.35 mm con el material de azufre derretido, ponga la superficie de la unidad

que va a ser cubierta rápida en el líquido, y agarré la muestra tal que el eje vertical esté en un ángulo derecho a la superficie cubierta.

El grosor de las tapas deberá ser aproximadamente el mismo, desde que la unidad se solidifique completamente, desde que las tapas se enfrían por lo menos 2 horas antes de probar la muestra.

Procedimientos:

Prueba de muestra de ladrillo acostado (eso es, la carga será aplicada en dirección a la profundidad de ladrillo). Pruebe la Muestra estructural de ladrillo de arcilla en una posición tal que la carga se aplique en la misma dirección del servicio. Centre la muestra bajo apoyos esféricos entre 1.59 mm.

El apoyo superior será el asiento esférico, un bloque de metal duro firmemente agarrado en el centro de la cabeza superior de la máquina, el centro de la Esfera ser acostado al centro de la superficie del bloque en contacto con la muestra, el bloque será sostenido en el asiento esférico, pero Será libre de moverse en cualquier dirección, y perímetro debe de tener por lo menos 6.35 mm de espacio de la cabeza para que permita a las muestras que tengan unos apoyos que no sean paralelos, el diámetro de superficie de apoyo será por lo menos 127 mm.

use un bloque de metal de apoyo debajo de la muestra para minimizar el desgaste de la parte inferior de la máquina el bloque de superficie de apoyo intencionado para el contacto de la muestra deberá tener una dureza no menos de HB 620. Estas superficies no podrán separarse de la superficie plana por más de 0.03 milímetros cuando el área de apoyo del bloque de apoyo esférico no sea suficiente para cubrir el área de muestra, Ponga una placa de acero con superficie maquinada a placa verdaderas entre 0.03 mm, y con un grosor igual a un tercio de la distancia De la orilla del apoyo esférico hasta la esquina más distante entre el bloque de apoyo esférico y la muestra cubierta.

Velocidades de prueba- apliqué la carga hasta la mitad de la carga máxima esperada, a cualquier proporción conveniente, después ajusté los controles de la máquina para que la carga restante a una razón uniforme en no menos de uno o dos minutos.

Cálculos e informe:

Calcular la fuerza compresiva de cada muestra cómo lo siguiente:

Fuerza compresiva, $C=W \cdot A$

Donde:

C= fuerza compresiva de la muestra, kg/cm²

W= carga máxima, kgf, indicando por la máquina de prueba.

A= el promedio del área de la superficie superior e inferior de la muestra, cm²

6.0 Absorción.

Precisión y pesos:

Ladrillo- La pesa o balanza debe tener una capacidad de no menos de 2000 gramos y debe ser sensible a 0,5 gramos.

Teja- La Balanza usada debe ser sensibles a 0.2% de peso de la muestra más pequeña.

Muestra de prueba:

Ladrillo- La muestra de prueba debe consistir de medio de ladrillo que cumpla todos los requerimientos, cinco muestras deben ser probadas.

Teja- la muestra para la prueba de absorción debe consistir en cinco Texas o de tres pedazos representativos de cada una de las 5 Texas, si pedazos son pequeños son usados, tomé dos de la concha y uno del enrejado interior, el peso de cada pedazo debe ser de no menos de 227 gramos, Las pruebas deben de haber sido limpiadas de las astillas de las orillas y, si sí ha sido tomadas de Tejas que han está sometida a pruebas, la muestra debe de estar libre de quebraduras que causarían fallas en una compresión.

Prueba de inmersión de 5 a 24 horas:

Procedimiento:

Muestras de prueba secas y frías y con un cierto peso cada una.

Saturación- Sumerja la muestra seca y fría sin haber sido, preliminarmente sumergida, en agua limpia de 15.5 a 30°C por el tiempo especificado. Remover la muestra, limpie el agua de la superficie con una franela húmeda y pese la muestra. Complete de pesar las otras muestras dentro de 5 minutos después de remover la muestra del agua.

Cálculos e informe:

Calcule la absorción de cada muestra como lo siguiente:

Absorción, % = $100 (W_s - W_d) / W_d$.

Donde:

W_d = El peso de la muestra seca

W_s = El peso de la muestra después de sumergirla en agua fría.

Informe el promedio de absorción de todas las muestras de prueba como la absorción del lote.

Prueba de hervir de 1,2 y 5 horas:

Prueba de muestra- Las muestras de prueba deben de ser las mismas de la prueba de 5 y 24 horas de agua fría y serán usadas en estado de saturación para completar la prueba.

Procedimiento- Regrese la muestra que ha sido tratada con agua fría al agua, y sujétala a la prueba de hervir.

Sumerja la muestra en agua limpia de 15.5 a 30°C de tal manera que circule libremente en todos los lados de la muestra. Caliente el agua hasta hervir, dentro de 1 hora, continúe hirviendo hasta un tiempo determinado, y luego dejen que se enfríe de 15.5 a 30°C por pérdida natural de calor. Mueva la muestra, limpie la superficie de la muestra con una franela húmeda y pese la muestra, complete de pesar las muestras dentro de un tiempo de 5 minutos después de haber quitado las muestras del agua.

Si el tanque está equipado con un drenaje para que el agua a la temperatura adecuada pueda pasar por el tanque continuamente y a tal razón que un cambio completo de agua tome lugar en menos de 2 minutos, pese las muestras después de una hora.

Cálculos e informe:

Calcule la absorción de cada muestra como lo siguiente:

Absorción, % = $100 (W_b - W_d) / W_d$.

Donde:

W_d = El peso de la muestra seca

W_b = El peso saturado de la muestra después de sumergirla en agua hirviendo.

Informe el promedio de absorción de todas las muestras probadas como la absorción del lote.

Coeficiente de saturación: Calcule el coeficiente de saturación de cada una de las muestras como sigue:

Coeficiente de saturación= $(W_s - W_d) / (W_{bs} - W_d)$

Donde:

W_d = peso de la muestra seca

W_s = peso saturado de las muestras después de 24 horas sumergidas en agua fría.

W_{bs} = peso saturado de la muestra después de 5 horas sumergida en agua caliente.

5.5.3 Cuadros procesados de Laboratorio de Suelos.



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

1

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Y ABSORCION EN LADRILLOS
NORMAS ASTM C67

Proyecto:	Propuesta de ecoladrillo como material sustituto para el ladrillo de arcilla cocido, al sector de la construccion de la zona oriental
Solicita:	Grupo de tesis
Procendencia:	Ladrillera La Aurora, Colonia Chaparrastique, San Miguel

Dosificacion:	Dimensiones de la gradilla en cm		
No especificada	largo	Alto	Ancho
	28	7	15

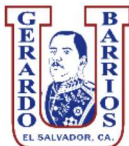
Dimensiones promedio de los ladrillos

Muestra N°	Largo (cm)	Alto (cm)	Ancho(cm)
1	27.50	7.00	14.50
2	27.50	7.00	14.50
3	27.50	7.00	14.50

Ensayo de resistencia a la compresion y absorcion

Muestra N°	Fecha de ensayo	Peso de ladrillo (grs)	Area/ ladrillo (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia de compresion (Kg/cm ²)	Absorcion (%)
1	11/10/2018	4,754.00	398.75	8,000.00	76.15	8.22
2	11/10/2018	4,487.00	391.50	8,390.00	78.32	13.96
3	11/10/2018	4,815.00	398.75	7,580.00	72.68	9.58
Promedios					75.72	10.59

Observaciones



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

2

ENSAYO A FLEXION EN LADRILLOS (MODULO DE RUPTURA)
NORMAS ASTM C67

Proyecto:	Propuesta de ecoladrillo como material sustituto para el ladrillo de arcilla cocido, al sector de la construccion de la zona oriental
Solicita:	Grupo de tesis
Procedencia:	Ladrillera La Aurora, Colonia Chaparrastique, San Miguel

Dosificacion:	Dimensiones de la gradilla en cm		
No especificada	largo	Alto	Ancho
	28	7	15

Dimensiones promedio de los ladrillos

Muestra N°	Largo (cm)	Alto (cm)	Ancho(cm)	Falla "x"(cm)
1	27.50	7.00	15.00	2.00
2	27.50	7.20	15.00	2.00
3	27.50	7.50	14.00	2.00

Ensayo a flexion

Muestra N°	Fecha de ensayo	Edad (dias)	Peso de ladrillo (grs)	Distancia entre apoyos (cm)	Carga W (kgs)	Modulo de Ruptura S (kgs/cm ²)
1	11/10/2018	28.00	5,096.00	25.10	115.00	4.31
2	11/10/2018	28.00	5,120.00	25.10	163.00	6.63
3	11/10/2018	28.00	4,790.00	25.10	310.00	12.03
Promedio						7.66

Observaciones

--



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

3

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Y ABSORCION EN LADRILLOS
NORMAS ASTM C67

Proyecto:	Propuesta de ecoladrillo como material sustituto para el ladrillo de arcilla cocido, al sector de la construccion de la zona oriental
Solicita:	Grupo de tesis
Procendencia:	Mezcla de prueba

Dosificacion:	Dimensiones de la gradilla en cm		
1;5	largo	Alto	Ancho
	30	8	15

Dimensiones promedio de los ladrillos

Muestra N°	Largo (cm)	Alto (cm)	Ancho(cm)
1	30.00	7.90	15.00
2	30.00	7.90	15.00
3	27.50	7.50	15.00

Ensayo de resistencia a la compresion y absorcion

Muestra N°	Fecha de ensayo	Peso de ladrillo (grs)	Area/ ladrillo (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia de compresion (Kg/cm ²)	Absorcion (%)
1	11/10/2018	5,892.00	450.00	80,720.00	179.38	3.46
2	11/10/2018	6,076.00	450.00	100,706.00	223.79	3.90
3	11/10/2018	6,083.00	450.00	95,640.00	212.53	3.21
Promedios					205.23	3.52

Observaciones



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

4

ENSAYO A FLEXION EN LADRILLOS (MODULO DE RUPTURA)
NORMAS ASTM C67

Proyecto:	Propuesta de ecoladrillo como material sustituto para el ladrillo de arcilla cocido, al sector de la construccion de la zona oriental
Solicita:	Grupo de tesis
Procedencia:	Mezcla de prueba

Dosificacion:	Dimensiones de la gradilla en cm		
1;5	largo	Alto	Ancho
	30	8	15

Dimensiones promedio de los ladrillos

Muestra N°	Largo (cm)	Alto (cm)	Ancho(cm)	Falla "x"(cm)
1	30.00	7.60	15.00	0.03
2	30.10	7.60	15.00	0.03
3	30.00	7.80	15.00	0.03

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION EN LADRILLOS (MODULO DE RUPTURA)

Muestra N°	Fecha de ensayo	Edad (dias)	Peso de ladrillo (grs)	Distancia entre apoyos (cm)	Carga W (kgs)	Modulo de Ruptura S (kgs/cm ²)
1	10/10/2018	28.00	12,060.00	25.00	374.00	22.09
2	10/10/2018	28.00	12,104.00	25.00	338.00	15.55
3	10/10/2018	28.00	12,084.00	25.00	302.00	14.83
Promedio						17.49

Observaciones



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

5

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Y ABSORCION EN LADRILLOS
NORMAS ASTM C67

Proyecto:	Propuesta de ecoladrillo como material sustituto para el ladrillo de arcilla cocido, al sector de la construccion de la zona oriental
Solicita:	Grupo de tesis
Procendencia:	Mezcla de prueba

Dosificacion:	Dimensiones de la gradilla en cm		
1:7.5	largo	Alto	Ancho
	30	8	15

Dimensiones promedio de los ladrillos

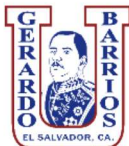
Muestra N°	Largo (cm)	Alto (cm)	Ancho(cm)
1	30.00	7.00	15.00
2	30.00	6.80	15.00
3	27.50	6.80	15.00

Ensayo de resistencia a la compresion y absorcion

Muestra N°	Fecha de ensayo	Peso de ladrillo (grs)	Area/ ladrillo (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia de compresion (Kg/cm ²)	Absorcion (%)
1	11/10/2018	5,696.00	450.00	47,089.00	104.64	4.94
2	11/10/2018	5,819.00	450.00	51,611.00	114.69	3.43
3	11/10/2018	5,754.00	450.00	54,749.00	121.66	5.10
Promedios					113.66	4.49

Observaciones

Observaciones



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

6

ENSAYO A FLEXION EN LADRILLOS (MODULO DE RUPTURA)
NORMAS ASTM C67

Proyecto:	Propuesta de ecoladrillo como material sustituto para el ladrillo de arcilla cocido, al sector de la construccion de la zona oriental
Solicita:	Grupo de tesis
Procedencia:	Mezcla de prueba

Dosificacion:	Dimensiones de la gradilla en cm		
1:7.5	largo	Alto	Ancho
	30	8	15

Dimensiones promedio de los ladrillos

Muestra N°	Largo (cm)	Alto (cm)	Ancho(cm)	Falla "x"(cm)
1	30.10	6.50	15.00	0.03
2	30.00	6.90	15.00	1.50
3	30.00	7.10	15.00	0.08

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION EN LADRILLOS (MODULO DE RUPTURA)

Muestra N°	Fecha de ensayo	Edad (dias)	Peso de ladrillo (grs)	Distancia entre apoyos (cm)	Carga W (kgs)	Modulo de Ruptura S (kgs/cm ²)
1	11/10/2018	28.00	5,625.00	24.91	374.00	16.09
2	11/10/2018	28.00	5,879.00	25.01	374.00	16.16
3	11/10/2018	28.00	6,042.00	24.91	374.00	15.28
Promedio						15.84

Observaciones

--



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

7

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Y ABSORCION EN LADRILLOS
NORMAS ASTM C67

Proyecto:	Propuesta de ecoladrillo como material sustituto para el ladrillo de arcilla cocido, al sector de la construccion de la zona oriental
Solicita:	Grupo de tesis
Procendencia:	Mezcla de prueba

Dosificacion:	Dimensiones de la gradilla en cm		
1;10	largo	Alto	Ancho
	30	8	15

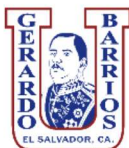
Dimensiones promedio de los ladrillos

Muestra N°	Largo (cm)	Alto (cm)	Ancho(cm)
1	30.00	7.50	15.00
2	30.00	7.50	15.00
3	30.00	7.50	15.00

Ensayo de resistencia a la compresion y absorcion

Muestra N°	Fecha de ensayo	Peso de ladrillo (grs)	Area/ ladrillo (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia de compresion (Kg/cm ²)	Absorcion (%)
1	11/10/2018	5,678.00	450.00	15,200.00	74.88	16.77
2	11/10/2018	5,684.00	450.00	15,700.00	77.34	17.48
3	11/10/2018	5,680.00	450.00	14,550.00	72.17	15.24
Promedios					74.80	16.50

Observaciones



UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

8

ENSAYO A FLEXION EN LADRILLOS (MODULO DE RUPTURA)
NORMAS ASTM C67

Proyecto:	Propuesta de ecoladrillo como material sustituto para el ladrillo de arcilla cocido, al sector de la construccion de la zona oriental
Solicita:	Grupo de tesis
Procedencia:	Mezcla de prueba

Dosificacion:	Dimensiones de la gradilla en cm		
1;10	largo	Alto	Ancho
	30	8	15

Dimensiones promedio de los ladrillos

Muestra N°	Largo (cm)	Alto (cm)	Ancho(cm)	Falla "x"(cm)
1	30.00	7.40	15.00	0.07
2	30.10	7.50	15.00	2.22
3	30.00	7.50	15.00	0.00

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION EN LADRILLOS (MODULO DE RUPTURA)

Muestra N°	Fecha de ensayo	Edad (dias)	Peso de ladrillo (grs)	Distancia entre apoyos (cm)	Carga W (kgs)	Modulo de Ruptura S (kgs/cm ²)
1	11/10/2018	28.00	5,771.00	24.91	193.09	9.68
2	11/10/2018	28.00	5,921.00	25.01	227.16	11.27
3	11/10/2018	28.00	5,797.00	24.91	255.56	12.77
Promedio						11.24

Observaciones

--