

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



Análisis técnico y económico de ladrillos sin cocción prensado a base de arcilla y cemento en la provincia de San Ignacio, Cajamarca

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Victor Anthony Flores Oblitas

ASESOR

Ronald Esteban Villanueva Maguiña

<https://orcid.org/0000-0002-3707-5503>

Chiclayo, 2023

Análisis técnico y económico de ladrillos sin cocción prensado a base de arcilla y cemento en la provincia de San Ignacio, Cajamarca

PRESENTADA POR
Victor Anthony Flores Oblitas

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Luis Quiroz Quiñones
PRESIDENTE

Carlos Rafael Tafur Jimenez
SECRETARIO

Ronald Esteban Villanueva Maguiña
VOCAL

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener una de mis metas y anhelos más deseados.

A mi madre, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a su apoyo incondicional he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mis hermanas por estar siempre presentes, acompañándome y brindando el apoyo moral a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el proyecto se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecimientos

Doy gracias a Dios por bendecir mi vida, por ser mi guía día a día, mi apoyo y mi fortaleza en los momentos de dificultad y debilidad.

Gracias a mi Madre: Lidia; por ser el principal motor de mis sueños, por tener fe y creer en mis metas, por los consejos, valores y principios que me ha inculcado.

Agradezco a los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión.

Análisis técnico y económico de ladrillos sin cocción prensado a base de arcilla y cemento en la provincia San Ignacio, Cajamarca

INFORME DE ORIGINALIDAD

28%	28%	1%	13%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	rei.iteso.mx Fuente de Internet	1%
7	www.maquinasforza.com Fuente de Internet	1%
8	Submitted to UISEK Trabajo del estudiante	1%

Índice

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
Introducción	10
Revisión De Literatura.....	12
Antecedentes Del Problema.....	12
Bases Teóricas - Científicas.....	14
Materiales Y Métodos	17
Tipo De Investigación	17
Población, Muestra De Estudio Y Muestreo	17
Métodos De Recolección De Datos.....	18
Operacionalización De Variables.....	19
Ensayos según Norma E0.70	20
Producto.....	24
Procedimientos	25
Plan de Procesamiento y Análisis de Datos	29
Consideraciones Éticas	30
Análisis Técnico	31
Competencias Locales.....	31
Ventaja Competitiva	31
Innovación.....	32

Cuadro Resumen – Comparativo Técnico.....	33
Análisis Económico	34
Precios de Construcción.....	34
Análisis de Precios Unitarios de un Ladrillo Propuesto (APU)	35
Análisis de Precios Unitarios de un Metro Cuadrado de Muro para Ladrillos Propuestos	38
Análisis de Precios Unitarios de un Metro Cuadrado de Muro para Ladrillos Convencionales de la zona (Ladrillo King Kong 6 Huecos)	41
Cuadro Resumen – Comparativo Económico	44
Análisis Ambiental.....	44
Resultados y Discusión.....	46
Resultados de Ensayo - Resistencia a la Compresión.....	46
Resultados de Ensayo - Resistencia a la Flexión	47
Resultados de Ensayo – Alabeo	48
Resultados de Ensayo – Absorción	49
Resultados de Ensayo - Variación Dimensional.....	51
Discusión	53
Conclusiones.....	57
Recomendaciones.....	58
Referencias	59
Anexos.....	60

RESUMEN

El presente proyecto de investigación trata sobre la propuesta de un ladrillo poco convencional con una tecnología nueva que se está implementando a nivel mundial; su producción se llevara a cabo en la Provincia de San Ignacio perteneciente al Departamento de Cajamarca. Analizando la demanda, precio, elaboración y tendencia actual del ladrillo convencional, tanto en el Perú como en la provincia de San Ignacio se requiere alternativas accesibles con el mundo moderno, que a su vez tengan un impacto ambiental positivo y se mantenga los principales parámetros de calidad que exige la Norma Técnica Peruana en el campo de la construcción. Debido a la problemática que presenta el ladrillo convencional actual se planteó como objetivos principales: Elaborar ladrillos sin cocción mediante tecnología moderna (prensa hidráulica) tomando como base una mezcla de arcilla y cemento; Analizar las propiedades Físico-Mecánicas de los ladrillos propuestos en este proyecto mediante ensayos y determinar si son aptos para la construcción.

Palabras Clave: Ladrillos sin cocción, Impacto Ambiental, Ladrilleras, Cemento, Arcilla

ABSTRACT

This research project deals with the proposal of an unconventional brick with a new technology that is being implemented worldwide; its production will be carried out in the province of San Ignacio in the Department of Cajamarca. Analyzing the demand, price, production and current trend of conventional brick, both in Peru and in the province of San Ignacio, it is required accessible alternatives to the modern world, which in turn have a positive environmental impact and maintain the main quality parameters required by the Peruvian Technical Standard in the field of construction. Due to the problems presented by the current conventional brick, the main objectives were: To elaborate bricks without firing using modern technology (hydraulic press) based on a mixture of clay and cement; To analyze the physical-mechanical properties of the bricks proposed in this project by means of tests and to determine if they are suitable for construction.

Keywords: Unfired bricks, Environmental Impact, Brick kilns, Cement, Clay.

Introducción

Durante las últimas décadas los materiales constructivos en cuanto a ingeniería se refieren, han superado los límites de lo que realmente es esencial y de importancia como lo es el bienestar del ser humano y el respeto por el medio ambiente, quedando de lado por interés personal y comercial.

Los ladrillos de arcilla cocida son uno de los materiales más importantes en la construcción, ya que es utilizado en casas, edificios, locales, entre otros, que tiene una gran demanda a nivel mundial. La elaboración del ladrillo convencional con lleva una gran demanda de energía, mano de obra, maquinaria industrial, uso de combustible y comprende diversas fases. El elaborar ladrillos convencionales tiene un Impacto Ambiental Negativo, debido a que el proceso es altamente contaminante específicamente en el horneado del producto para que adquiera las propiedades adecuadas de Resistencia, Compresión y Dureza. Para dicha fase se suele utilizar como combustible: leña, carbón, llantas, madera, plásticos, entre otros, lo cual al ser quemados emiten gases a la atmosfera.

La construcción de viviendas en el Perú ha ido en aumento durante estas dos últimas décadas y no solo en la zona urbana sino también en la zona rural teniendo esta última mayor tasa de crecimiento promedio anual con un 5.4% según el último Censo que se llevó a cabo el año 2017. En la industria ladrillera en el Perú la mayor parte de ellas son informales, en el Departamento de Cajamarca existen alrededor de 243 ladrilleras de las cuales no existen organizaciones que intervengan en la gestión de los ladrillos, los productores actúan en el mercado individualmente, según PRAL.

Según el INEI (2021), en el mes de febrero todas las áreas geográficas subieron sus precios en bloques y ladrillos, registrándose en la zona de Cajamarca un aumento del 2.9% debido gran demanda en estos últimos años [1].

En la provincia de San Ignacio no existe una evaluación del proceso productivo de las empresas ladrilleras, por lo que se puede suponer que su proceso productivo es igual de deficiente que el resto de ladrilleras informales en el Perú.

Dicho lo anterior, el planteamiento es lograr un nuevo material de construcción, donde se utilice la arcilla y el cemento como materia prima principal para la elaboración del ladrillo sin cocción, siendo la arcilla un producto muy común en la provincia de San Ignacio. Además, se propone el uso de estrujadoras manuales de ladrillos mediante un mecanismo hidráulico que produce un impacto ambiental positivo según las normas vigentes.

Por lo expuesto, se plantea la siguiente pregunta:

¿De qué manera se debe proceder para realizar un análisis técnico y económico de un ladrillo sin cocción prensado a base de arcilla y cemento, que sirva de alternativa viable para la construcción de viviendas y que cumpla con la normativa actual?

El presente proyecto de investigación se justifica en el aspecto técnico y ambiental al brindar un material alternativo para la construcción de viviendas económicas, con un impacto ambiental positivo por no utilizar hornos y combustibles. Además, la investigación comprobara que los ladrillos sin cocción cumplen los parámetros de las exigencias de la Norma E0.70

El objetivo general del proyecto investigación es: Determinar el análisis técnico y económico de ladrillos sin cocción prensado a base de arcilla y cemento con proporciones de 20%, 30% y 40%.

Que tiene como objetivos específicos: Determinar las características de los agregados y cementos de la zona en estudio para la elaboración del ladrillo sin cocción prensado a base de arcilla y cemento; Realizar los ensayos de los ladrillos sin cocción prensado a base de arcilla y cemento con proporciones de 20%, 30% y 40% según requerimiento de la Norma E0.70; Analizar los ensayos de los ladrillos propuestos según requerimientos de la Norma E0.70; Realizar la comparación técnica de los Ladrillos Convencionales con los Ladrillos Propuestos; Realizar la comparación económica de los Ladrillos Convencionales con los Ladrillos Propuestos; y por último, Analizar el impacto de gases nocivos para el medio ambiente de la fabricación del ladrillo propuesto.

La importancia de este proyecto de investigación es brindar un material alternativo para la construcción de viviendas y a su vez tengan un impacto ambiental positivo y se mantenga los principales parámetros de calidad que exige la Norma Técnica Peruana en el campo de la construcción.

Revisión De Literatura

Antecedentes Del Problema

Nivel Internacional

- **A. Cova Orozco et al., "Materioteca y sustentabilidad - Proyecto ladrilleras", Universidad Jesuita de Guadalajara, 2017.**

Las ladrilleras tienen la reputación de ser grandes contaminantes en la ciudad de Jalisco, sin embargo, por la forma en la que se trabaja se sabe sobre su proceso de fabricación. Datos esenciales como la cantidad de material necesaria para su fabricación, se conocen únicamente de manera empírica y se usa instrumentos con poca exactitud como para conocer las cantidades exactas de los materiales, tales como palas, cubetas, carretillas, de las cuales se desconoce el volumen que puede contener y varía dependiendo del material.

La falta de datos dificulta conocer el impacto ambiental que se genera, desde que los materiales entran a la ladrillera hasta que sale el producto final, por la quema de combustible, uso de energía y consumo de agua. Por lo que es difícil cuantificar cuánto contaminan las ladrilleras y si en realidad son dañinas como se cree, tomando en cuenta que la contaminación cambiará dependiendo de los materiales y proceso de producción de cada ladrillero [3].

- **C. Schmidt, *Modernizing Artisanal Brick Kilns: A Global Need*. China, 2013.**

Charles está de acuerdo en que, al formalizar la industria del ladrillo, los gobiernos pueden hacer mucho para reducir su impacto ambiental. Mientras tanto, los esfuerzos renovados para modernizar la fábrica de ladrillos tradicional, iniciados por un pequeño grupo de personas dedicadas, están cobrando impulso. "Hemos visto un gran progreso rápido", dice Bickle. "Cuando los fabricantes de ladrillos vieron lo rápido que podían recuperar su inversión, casi todos adoptaron la nueva tecnología de hornos" [7].

Nivel Nacional

- **PRAL, "ESTUDIO DIAGNÓSTICO SOBRE LAS LADRILLERAS ARTESANALES EN EL PERÚ", PERU, 2010.**

Según PRAL (Programa Provincial Aire Limpio), describe información sobre la elaboración artesanal de ladrillos en las provincias de Puno, Cajamarca, Trujillo, Lambayeque, Piura, Ayacucho, Lima, Tacna, Arequipa y Cusco; Lo que destaca sobre los aspectos sociales y

económicos de las fábricas de ladrillos, la producción de ladrillos, la integración de la industria y las organizaciones involucradas en la gestión de ladrillos.

La metodología utilizada para realizar el estudio fue visitar los sitios donde se encontraban la mayoría de los hornos de ladrillos en cada departamento y realizar una encuesta con un número de productores de ladrillos en cada distrito. El proceso de fabricación se lleva a cabo en hornos que carecen de tecnología antigua y requieren un mayor consumo de combustible, lo que aumenta los costos de producción [4].

Nivel local

- **Montoro, "Gestión Ambiental de la industria ladrillera en el distrito de Quilcas, Provincia de Huancayo.", Doctorado: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2013.**

Según Montoro (2013), la actividad ladrillera en la provincia de Cajamarca se caracteriza por brindar recursos para el desarrollo de esta pequeña actividad económica, con infraestructura inestable y tecnología a cargo de las familias situadas en la zona periférica de la población. Esto genera un impacto ambiental que contribuye a las emisiones atmosféricas, la sobreexplotación y el uso desregulado de recursos como la tierra, el agua y la leña que degradan y alteran los paisajes rurales [5].

Debe ser considerado en el contexto de la investigación. Asimismo, se debe desarrollar una base teórica, es decir, resumir e interpretar lo revisado en libros, artículos académicos, comunicaciones orales y/u otras fuentes que contengan información relevante directamente relacionada con el tema de investigación. Se pueden citar conceptos, clasificaciones, teorías, etc. Cualquier omisión en las citas se considera plagio y una violación de la ley de derechos de autor.

- **A. M. Tejada Arias, Elaboración de un ladrillo alternativo sin cocción en Cajamarca. Cajamarca, 2013.**

Según Tejada Arias Martín, uno de los productos más usados en la construcción de las edificaciones en la ciudad de Cajamarca es el ladrillo artesanal de arcilla. Este ladrillo, se fabrica teniendo como materia prima el suelo de algunos sitios cercanos a la zona urbana y en base a la experiencia de los artesanos, y se comercializa desconociendo sus propiedades físicas y mecánicas.

Aunque la actividad del ladrillo se ha incrementado significativamente en los últimos años y contribuye al sustento de muchas familias en Santa Bárbara, El Cirillo, Huacataz y otros lugares, lo preocupante es el proceso de elaboración, ya que después de su moldeado y secado, se quema con una gran cantidad de diversos combustibles, especialmente carbón mineral y leña, además de otros elementos altamente contaminantes como el aceite quemado, llantas y plástico, lo que inevitablemente acarrea consecuencias negativas para la salud humana y el medio ambiente [6].

Bases Teóricas - Científicas

Bases Legales

El ministerio de producción nos determina las siguientes normas vinculadas al presente proyecto de investigación:

➤ **Norma E.070 Albañilería**

En esta Norma Técnica Peruana están establecidos las exigencias y requisitos de edificaciones de albañilería, principalmente por muros y muros armados; determinado el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad y la debida inspección de dichas edificaciones.

También define al ladrillo como un material constructivo el cual sus dimensiones y peso, permite la manipulación con una sola mano y al bloque como un material que, por su dimensión y peso, se requiere de ambas manos para manipularlo [7].

➤ **NTP 339.613 (2005)**

Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para el muestreo y ensayos de los ladrillos de arcilla cocida, utilizados en albañilería.

➤ **Norma Técnica Peruana 331.017 2006 (Revisada 2015)**

Esta Norma tiene la misma finalidad que la Norma E.070; y varían al establecer los requisitos técnicos mínimos para la fabricación de ladrillos de arcilla cocida; donde también establecen ensayos para determinar la calidad y a su vez con sus exigencias y requisitos mínimos permisibles que tiene que tener un ladrillo de arcilla cocida.

Esta norma reemplaza a la NTP 331.017 2003 [8].

➤ **Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente.**

Decreto para determinar los Límites Máximos Permisibles (LMP) de emisión atmosférica para la producción de ladrillos de arcilla cocida y supervisa que las fábricas productoras de ladrillo acaten dichas Limitaciones, donde las ladrilleras formales tienen como obligación presentar un reporte actual para que pueda seguir operando, solo son tomado en cuenta los análisis efectuados en laboratorios acreditados o certificados a Nivel Nacional y acreditadas por INDECOPI [9].

Bases Teóricas

➤ **Fábrica de Maquinas FORZA**

Empresa dedicada a la fabricación de Máquinas para la producción de ladrillos ecológicos de tierra y cemento (Suelo – Cemento).

Fabricando todas las partes y piezas, siendo sus modelos patentados; además, las maquinas no requieren de mano de obra especializada, ya que son fáciles de manejar [10].

➤ **Maquinaria para la Producción de Ladrillos (Maquinas FORZA – Ladrilleras Mecánicas de un Ladrillo)**

Maquina prefabricada y compuesta en su totalidad de acero, con extras de refuerzos para una larga vida productiva. Todas las partes y piezas que se utilizan para la construcción de la maquina son elaboradas en la misma fabrica (Fabrica de Maquinas FORZA), por lo que tienen características únicas. En la Fabrica no se terciarían ningún tipo de servicio ya que cuentan consu departamento de diseño, producción, ensamblaje y acabados [11].

FIGURA N°1: Maquina Hidráulica para una Unidad de Ladrillo Modular

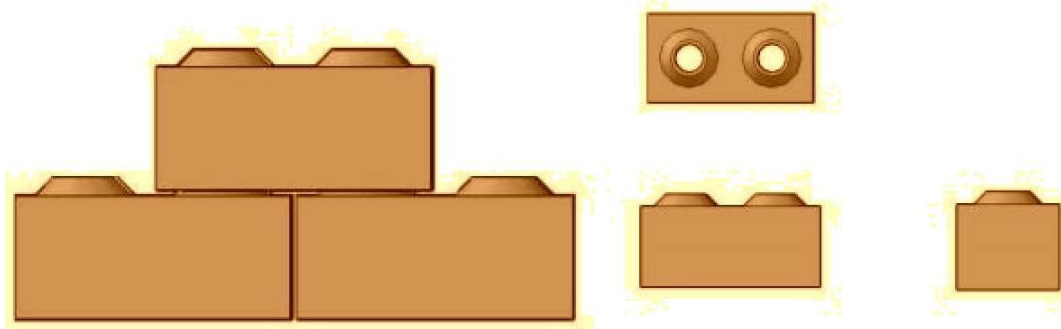


Fuente: Fabrica de Maquinas FORZA

➤ Ladrillo Modular

El ladrillo modular se caracteriza por ser un sistema de construcción moderno e innovador, con su sistema constructivo de encaje o ensamble, se logra un rápido armado que simplifica y agiliza la construcción de muros y tabiques.

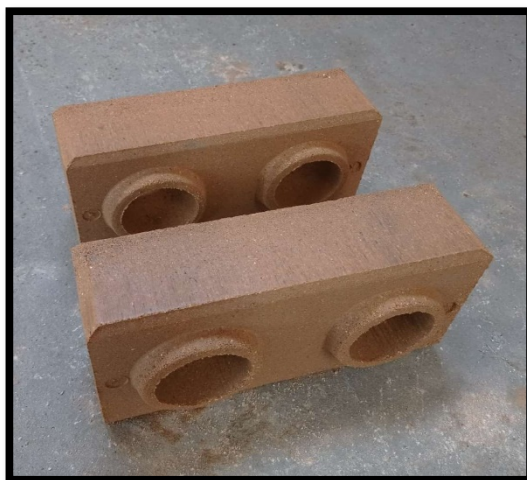
FIGURA N°2: Forma de Ladrillo Modular



Fuente: Propia

Por aspecto caravista son ideales para interiores y exteriores. Este tipo de ladrillo no requiere ser horneado, por lo que es considerado un material constructivo “eco-eficiente”, protegiendo el medio ambiente.

FIGURA N°3: Ladrillo Modular Post-Prensado



Fuente: Propia

Métodos De Recolección De Datos

Técnicas

- Las técnicas empleadas para esta investigación fueron la Recopilación de Información como primera instancia, recurriendo también al Análisis de Documentación, Evaluación para el desarrollo del proyecto y por último y por último al Proceso de Datos.

Instrumentos

- Memoria Descriptiva del Proyecto
- Proceso de Elaboración
- Ensayos de Laboratorio
- Detalles Técnicos de la Unidad
- Guías, Libros, Revistas, Artículos
- Microsoft Excel
- Microsoft Word

Operacionalización De Variables

CUADRO N°1: Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	UNIDAD DE MEDIDA
Var. Independiente:(X)	Incorporación de Cemento en %.		Cantidad de Cemento	Porcentajes	Ficha de Registro %
Var. Dependiente: (Y)	Comportamiento de las características Físico – Mecánicas de los ladrillos convencionales de la Zona como material de construcción estructural	Características Técnicas	Características Físicas	a) Variación dimensional b) Alabeo c) Absorción	Ficha de Registro a) % b) mm c) %
			Características Mecánicas	• Resistencia a la Compresión	Ficha de Registro kg/cm ²
		Características Económicas	Costos	• Costos de Materiales • Costos de Equipos y/o Herramientas	Cotización Soles (S/.)
		Características Ambientales	Evaluación de Impacto Ambiental	• Contaminación del Aire	Registros Estadísticos ---

Ensayos según Norma E0.70

➤ Resistencia a la Compresión

Es la propiedad más importante al momento de evaluar la unidad de albañilería. Para el cálculo de la resistencia se trabaja con el área neta de la unidad y su procedimiento se realiza según la NTP 399.613, 2005.

Los especímenes para medir la resistencia a la compresión son unidades secas, cuyas superficies de asiento se coloca un capping de yeso.

Luego se aplica la carga axial, hasta la mitad de la máxima carga esperada, con cualquier velocidad adecuada, después ajustar los controles de la máquina de manera tal que la carga remanente sea aplicada con una velocidad uniforme en no menos de un minuto, ni más de dos minutos.

La resistencia unitaria se interpreta como el valor de la carga de rotura dividida entre el área bruta para todo tipo de unidad.

Los resultados serán expresados según la siguiente fórmula:

$$F'b = W/A$$

Dónde:

F'b= Resistencia a la compresión del espécimen en Kg/cm²

W= Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

A= Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen en cm².

CUADRO N°2: Resistencia a la Compresión Mínima sobre Área Bruta por Clases de Unidad de Ladrillos de Albañilería para Fines Estructurales

CLASE	RESISTENCIA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en MPa (Kg/cm ²) sobre área bruta
Ladrillo I	4.9 (50)
Ladrillo II	6.9 (70)
Ladrillo III	9.3 (95)
Ladrillo IV	12.7 (130)
Ladrillo V	17.6 (180)

Fuente: Norma E0.70

➤ **Resistencia a la Flexión**

Esta propiedad conforma una medida de calidad en las unidades de albañilería, pues su evaluación debe efectuarse cuando exista un alto alabeo que pueda originar fallas de tracción por flexión en las unidades.

Para el cálculo de la resistencia a flexión se realiza el procedimiento según la ITINTEC 331.017, 1978). El ensayo consiste en someter a la unidad a la acción de una carga concentrada creciente (en el centro de la unidad), a una velocidad de desplazamiento entre los cabezales de la máquina de ensayos de 1.25 mm/min.

Los resultados serán expresados según la siguiente fórmula:

$$F' T_b = W/A$$

Dónde:

$F' T_b$ = Resistencia a la tracción por flexión del espécimen, Kg/cm²

W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen en cm².

CUADRO N°3: Valores Mínimos de Módulos de Rotura para Ladrillos de Albañilería

CLASE	MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)
Ladrillo I	6.12
Ladrillo II	7.14
Ladrillo III	8.16
Ladrillo IV	9.18
Ladrillo V	10.2

Fuente: ITINTEC 331.017

➤ **Alabeo**

Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613.

Se necesita una regla con superficie plana de acero, no menor de 300 mm x 300 mm y plana en rango de 0.025 mm. Los especímenes se ensayarán tal cual se reciben, se eliminarán con una brocha el polvo adherido a la superficie.

El efecto es semejante al de la variación dimensional, puesto que el mayor alabeo – concavidad o convexidad – del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta. Asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas horizontales alabeadas, afectando directamente la resistencia y la fuerza cortante del muro de albañilería o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad [10].

CUADRO N°4: Alabeo máximo en milímetros por Clases de Unidad de Ladrillos de Albañilería

CLASE	ALABEO (máximo en mm)
Ladrillo I	10
Ladrillo II	8
Ladrillo III	6
Ladrillo IV	4
Ladrillo V	2

Fuente: Norma E0.70

➤ **Absorción**

Este ensayo se realiza según la NTP 399.613, 2005 y tiene por objetivo conocer la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas cuando alcanzan un estado de saturación, lo que obtendremos será un índice que refleje la capacidad de absorción de agua de los especímenes ante 5 y 24 horas de inmersión en agua.

Las unidades designadas para la prueba serán sometidas a un secado en el horno estándar por un lapso de 24 horas a una temperatura de 115 °C.

Este procedimiento se realiza con la finalidad de eliminar la humedad natural contenida en dichos especímenes para obtener un resultado basado únicamente en la absorción de agua producto de la inmersión de las muestras.

Se procede a pesar las muestras con una aproximación de 1gr. Se preparan los recipientes en los cuales se sumergirán los especímenes, con la finalidad de que todas las caras del espécimen estén en contacto directo con el agua.

Se sumerge el espécimen en agua limpia (potable o destilada) que se encuentre a una temperatura entre 15.5 °C a 30 °C, por un periodo de 5 y 24 horas. Pasado este lapso, se retira el espécimen, limpiando el agua superficial con un paño para posteriormente pesar el espécimen con una aproximación de 1 gr. Las muestras se pesan dentro de los 5 minutos siguientes de ser retirados del agua.

Calculamos la absorción de cada espécimen con la siguiente expresión:

$$\text{Absorción \%} = 100 * ((W_s - W_d) / W_d)$$

Dónde:

W_d = Peso seco del espécimen. (g)

W_s = Peso del espécimen saturado, (g) después de la inmersión en agua ría durante 5 o 24 horas.

Finalmente se calcula el promedio de la absorción de todos los especímenes ensayado, con aproximación al 0.1%.

➤ Variación Dimensional

En este ensayo se medirán 20 unidades enteras y secas. Estas unidades serán representativas de cada lote, en el caso del proyecto se escogerán 10 unidades por cada porcentaje del diseño de las unidades de albañilería con cemento y sus debidos porcentajes.

Se debe medir el ancho, largo y alto a través de los dos extremos y en ambas caras, desde el punto medio y de los bordes.

Se debe reportar el promedio del ancho, largo y altura de cada espécimen ensayado con aproximación a 1mm.

CUADRO N°5: Clases de Unidad de Albañilería para Fines Estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)		
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm
	ALTURA	ANCHO	LARGO
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1

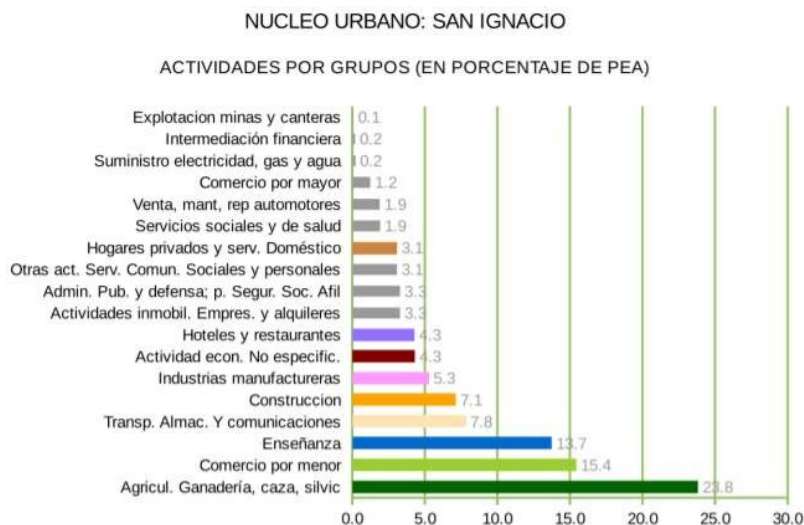
Fuente: Norma E0.70

Producto

Este material de construcción de la presente investigación será utilizado para muros tanto interiores y exteriores, con la finalidad que tenga un alcance a todas las personas de cualquier sector económico en la Provincia de San Ignacio y a su vez proteger el medio ambiente con tecnología moderna.

En la zona de San Ignacio, en lo que respecta al sector de la construcción es la quinta actividad con mayores ingresos económicos de la región.

GRAFICO N°1: Actividades por Grupos en Porcentaje de Personas Económicamente Activas



Fuente: INEI

Procedimientos

- a) Como primer paso se hará lectura detalla de la Norma Técnica E0.70 para obtener Criterios, ensayos requeridos y limitaciones vinculadas al proyecto.
- b) Se determinarán los ensayos a realizar, donde los datos que podamos obtener sean los necesarios para obtener características o requisitos mínimos según Norma E0.70.
- c) Posteriormente, se tendrá disposición de los materiales y herramientas necesarios para la elaboración de los ladrillos propuestos en esta investigación, donde regularemos las dosificaciones determinadas de cemento (20%,30%,40%) para 25 ladrillos con el 20% de cemento, 25 ladrillos con 30% de cemento y 25 ladrillos con 40% de cemento.
- d) Se continuará colocando la arcilla seca en la trituradora y darle un acabado arenoso para mayor compactación al momento del prensado.

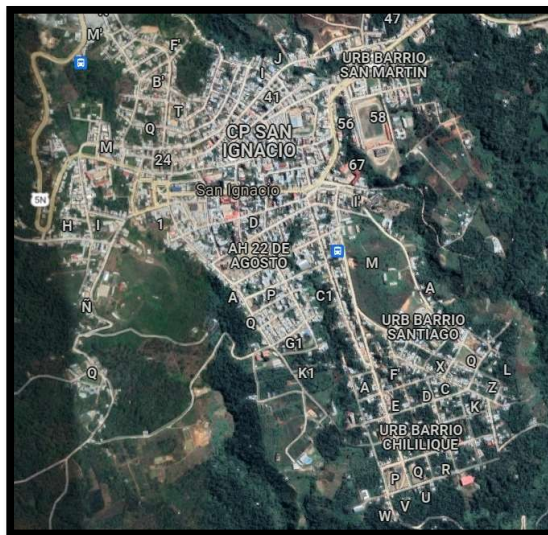
FIGURA N°4: Trituradora (Marca Forza)

Fuente: Propia

e) Procediendo con la elaboración de ladrillos propuestos se mezclará la arcilla y cemento de la zona, el agua solo será usada para darle una consistencia semi-seca.

- Agua: El agua se obtendrá del mismo lugar donde se elaborarán los ladrillos.
- Arcilla: La arcilla será extraída de las afueras de San Ignacio, al norte de dicha localidad.

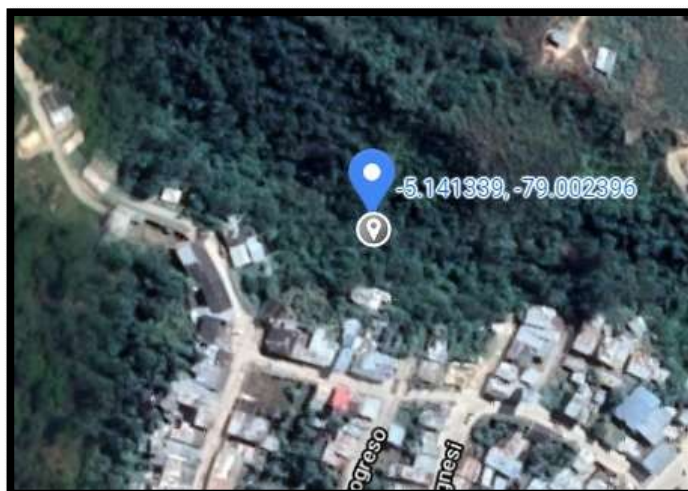
Lugar: San Ignacio- Cajamarca

FIGURA N°5: Territorio de la Provincia de San Ignacio

Fuente: Google Maps

Ubicación:

FIGURA N°6: Ubicación de la Cantera de Arcilla



Fuente: Google Maps

Coordenadas: -5.141339, -79.002396

- Cemento: El cemento sera mezclado con la arcilla y sus debidos porcentajes, la marca será el más común de la zona el cual es el Cemento Mochica - Pacasmayo Tipo I.

FIGURA N°7: Cemento Rojo Pacasmayo – Mochica, para Uso en General.



f) Seguido del mezclado de los materiales se procederá a verter la mezcla en la tolva de la prensa hidráulica y hacer uso de la palanca mecánica que nos ayudará a comprimir el material mezclado de tal manera que las partículas se compacten entre sí.

- Prensa Hidráulica: Tiene doble propósito, las cuales son la protección del medio ambiente y brindar al ladrillo alta durabilidad. Con una operación fácil y moldeo rápido.

Detalles:

- Potencia: 5.5kw
- Nivel de Producción: 1250 unidades / día, jornada de 8 horas con 2 personas
- Procesamiento: Línea de producción de ladrillos
- Método: Presión hidráulica
- Automático: no
- Tipo: Máquina de producción de bloque hueco
- Materias primas de ladrillo: cenizas volantes de hormigón de cemento de suelo arcilloso
- Voltaje: 220v / 380v / ajustable
- Presión: 15-20MPA
- Ciclo de Conformación: 20-25 segundos
- Peso Total: 410 kg

FIGURA N°8: Prensa Hidráulica para una Unidad de Ladrillo Modular, Ubicada en Almacén



Fuente: Propia

g) Luego de formar el Ladrillo propuesto se procederá al secado a temperatura ambiente, por ser un clima templado donde comúnmente la zona se encuentra nublada, el secado será de 3 días con su respectivo curado con riego controlado para no dañar el acabado del producto.

h) En su disposición final de los ladrillos, se llevará a un laboratorio para ser ensayado según la Norma Técnica E.070.

Ensayos:

- Resistencia a la Compresión
- Resistencia a la Flexión
- Variación Dimensional
- Absorción
- Alabeo

Plan de Procesamiento y Análisis de Datos

FASE I: Información Previa

- Recopilación de bibliografía
- Revisión de la Normativa Peruana Vigente
- Zona a Extraer la Arcilla
- Definir Cemento a Utilizar
- Familiarizarse con la Prensa Hidráulica

FASE II: Dosificación de Materias Primas

- Análisis de Investigaciones Similares
- Extracción de Arcilla
- Compra Bolsa de Cemento Portland
- Tener a Disposición las Herramientas Necesarias.
- Familiarizarse con la Maquinaria a Utilizar
- Dosificación de Cemento al 20%, 30% y 40%.

FASE III: Elaboración de Ladrillos Propuestos

- Mezclado de Materias Primas
- Moldeado en la Prensa Hidráulica
- Secado a Temperatura Ambiente
- Curado por 3 días en condiciones favorables (día parcialmente soleado)
- Almacenamiento
- Determinar el Precio Unitario del Ladrillo
- Determinar el Precio de un Metro Cuadrado de Muro con los ladrillos convencionales de la zona y los Ladrillos Propuestos.

FASE IV: Ensayos de Unidades de Ladrillos

- Ensayo Resistencia a la Compresión
- Ensayo Resistencia a la Flexión
- Ensayo de Alabeo
- Ensayo de Absorción
- Ensayo de Variación Dimensional
- Verificación según Norma E0.70

FASE V: Procesamientos de Datos

- Análisis de Resultados en Ensayos
- Análisis de Impacto de Gases Nocivos de los Ladrillos Propuestos.
- Evaluar Resultados según Normas Vigentes
- Comparación de Ladrillos Convencionales VS Ladrillos Propuestos, Técnico y Económico.
- Evaluar su Rentabilidad

FASE VI: Análisis de Resultados Finales

- Comparar Resultados con los Parámetros Permisibles Según Norma E0.70.
- Elaboración de Recomendaciones y Conclusiones.

FASE VII: Presentación y Sustentación

- Presentación de la Investigación al Jurado
- Levantamiento de Observaciones
- Definición de Fecha y Sustentación Final

Consideraciones Éticas

La presente Investigación está comprometida a cumplir con los siguientes principios éticos, por los cuales deben regir siempre nuestra conducta:

- a)**Veracidad:** Actuar con la verdad, con honestidad y transparencia en la ejecución del proyecto, para poder ser digno de confianza.
- b)**Integridad:** Ejercer la presente investigación con integridad profesional, promoviendo buenas prácticas y respeto a los demás; fortaleciendo el honor y dignidad de la Ingeniería.
- c)**Responsabilidad:** Se ejercerá procedimientos teniendo en cuenta las consecuencias, dando prioridad a la vida, la seguridad, la salubridad, el medio ambiente y el cuidado del bien público; fomentando el desarrollo personal y conocimientos.
- d)**Precisión:** Se desarrollará el proyecto con precisión y rigurosidad, basándose en normas vigentes peruanas, dando calidad, confianza y seguridad a los resultados.

Análisis Técnico

Los ladrillos propuestos en este proyecto agrupan dos materiales principales que, mezclados entre sí, proporcionando distintos beneficios al producto final; dando una ventaja ambiental o de sostenibilidad.

Es común que al ladrillo se le asocie como un material contaminante por el uso de hornos, pero hoy en día hay nuevas propuestas como la que se está presentando.

Actualmente no existe una normativa para esta clase de ladrillos que son amigables con el ecosistema, por lo que es necesario investigar y analizar las propiedades que posee este tipo de ladrillos y compararla con los ladrillos más convencionales y de fácil disposición en el mercado, para así poder determinar qué tan rentable es para la construcción de viviendas.

Competencias Locales

La mayoría de ferreterías de San Ignacio y su área central se comercializan ladrillos convencionales o macizos producidos en ladrilleras locales o traídos de almacenes de algún homecenter de las ciudades más cercanas. Sus competencias directas son:

- Ladrillo Pandereta Macizo: Elaborado con arena y arcilla. Su uso es muy demandado en la industria de la construcción, y dependiendo del tipo de cocción que haya recibido puede tener diferentes usos:
 - En sus mejores condiciones, pueden ser utilizados para construir muros importantes y soportar un gran peso.
 - En caso de no tener un acabado aceptable o los ladrillos estén relativamente alejados del fuego de cocción podrán ser utilizados en paredes y tabiques divisores.
- Ladrillo King Kong 6 Huecos: Consiste en un bloque de arcilla cocida que incluye perforaciones verticales y horizontales, permitiendo que su peso sea reducido. Siendo este el más consumido en la zona ya que la mayoría de viviendas son unifamiliares.

Ventaja Competitiva

1. Reduce el tiempo de Obra en un 20%.
2. Ahorro en Costos de Construcción.
3. Ecológico
4. Nuevo Sistema Constructivo
5. Brinda Mayor Protección Térmica
6. Brinda Mayor Protección Acústica.

Innovación

1. El diseño modular de los ladrillos genera ahorro en tiempo y costos constructivos.
2. Tecnología con Sistema de Prensado.
3. Curado con riego de agua.
4. No hay la necesidad de cocción.

Cuadro Resumen – Comparativo Técnico

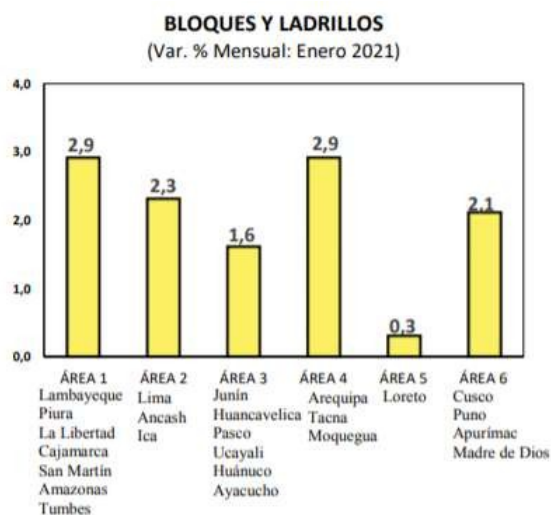
**CUADRO N°6: Comparación Técnica entre
Ladrillos Propuestos vs Ladrillo Convencional de la Zona**

ASPECTOS TECNICOS	LADRILLOS PROPUESTOS: CEMENTO Y ARCILLA	LADRILLO COCIDO DE ARCILLA
CONTAMINACION	<u>CONTAMINACION DEL AGUA</u> • Se requiere agua para el proceso humidificación en un estado semiseco. • Para su estado final se necesitará un rociado de agua en los ladrillos para alcanzar mayores propiedades físico-químicas.	<u>CONTAMINACION AL AGUA</u> • El proceso de la humidificación requiere cantidades considerables de agua para obtener su masa de moldeo, ya que es parte de su dosificación.
	<u>CONTAMINACION AL AIRE</u> • No hay proceso de cocción, ya que es reemplazado por el Prensado.	<u>CONTAMINACION AL AIRE</u> • El material particulado (partículas sólidas y líquidas emitidas directamente al aire) en las zonas aledañas a las ladrilleras están por encima de los Límites Permisibles, según MINAM.
TECNOLOGICO	<u>PROCESO DE FABRICACION</u> 1. Triturado de la arcilla en su estado sólido. 2. Depósito de material prima procesada 3. Medición de las materias primas. 4. Mezclado y Humidificación de las materias primas (cimento y arcilla). 5. Prensado 6. Secado 7. Curado 8. Almacenaje del producto terminado.	<u>PROCESO DE FABRICACION</u> 1. Tratamiento Mecánico previo 2. Depósito de materia prima procesada 3. Humidificación 4. Moldeado 5. Secado 6. Cocción 7. Almacenaje de producto terminado
	<u>COMBUSTIBLE</u> No Requiere	<u>COMBUSTIBLE</u> • Actualmente las ladrilleras formales han sufrido un cambio por la Ley de Hidrocarburos al exigir y obligar el uso del Gas Natural para mitigar la contaminación. • Con respecto a las ladrilleras informales y ladrilleras artesanales hacen uso de gasolina o petróleo para sus máquinas.
MATERIA PRIMA	<u>ARCILLA SIMPLE</u> • No se limita a ciertas características de arcilla, pudiéndose incluso utilizar tierra de chacra (tierra dulce).	<u>ARCILLA</u> • Las ladrilleras formales cuentan con su propia cantera o proveedores los cuales explotan recursos escasos de la zona. • Los ladrillos requieren determinadas características para su elaboración y proceso de coccion, y así alcanzar los Límites Permisibles Según Norma E0.70.
CONSTRUCTIVO	1. Reduce el tiempo de obra en 20%. 2. Ahorro en Costos de construcción. 3. Nuevas propuestas de procesos constructivos. 4. Fácil montaje.	1. Se requiere personal calificado. 2. Se requiere de un mayor control en obra. 3. Uso de mortero. 4. Desperdicio de mortero en el proceso constructivo de muros. 5. Tarrajeo de muros.

Análisis Económico

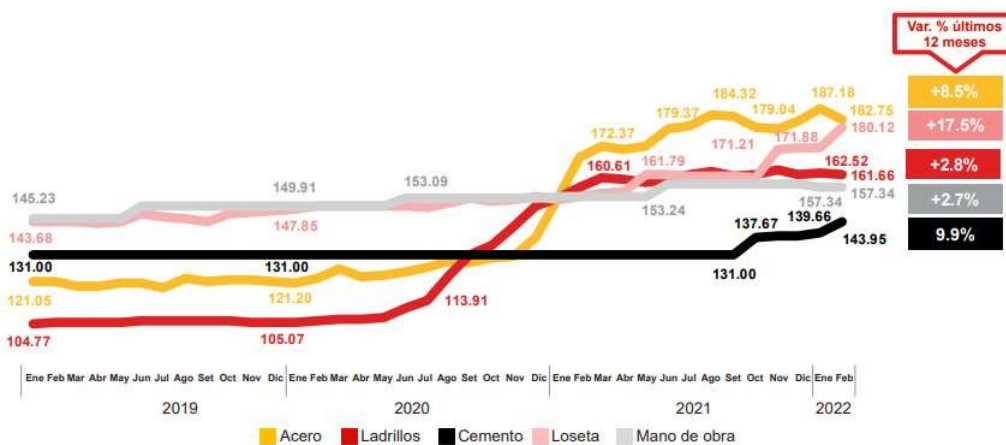
Precios de Construcción

En el Perú el 55% de las viviendas con ocupantes tienen en sus paredes exteriores ladrillo o bloques de cemento, teniendo una tasa de crecimiento promedio anual de 2.9%, lo que hace la demanda de ladrillo sea mayor cada año. Desde el mes de febrero del 2021 todas las áreas geográficas subieron sus precios en bloques y ladrillos, las mayores tasas se registraron en las áreas geográficas 1 y 4 con un 2.9% respectivamente. según INEI.



Fuente: INEI

Es pertinente señalar que el alza de precios tuvo su apogeo por la repentina Pandemia COVID-19 y que, desde el 2020, el precio de los ladrillos de arcilla se incrementó un 52%; el acero de construcción en 49%, losetas en un 20.1%; cemento en 9.9% y 4.9% en mano de obra.



Fuente: INEI

Análisis de Precios Unitarios de un Ladrillo Propuesto (APU)

Para el siguiente análisis se tendrá en cuenta como proceso constructivo Columnas y vigas confinadas con el muro, por lo que no influirá el acero en los costos unitarios para la construcción de un metro cuadrado de muro, ya que no será un muro reforzado.

Para la determinación del precio por unidad de ladrillo propuesto se realizó un análisis de precios unitarios con todos los materiales que fueron utilizados para su fabricación, separandolas tres variedades de ladrillo según porcentaje de cemento contenido en cada ladrillo. Los siguientes cuadros representan los precios unitarios por la cantidad de un ladrillo. A continuación, se muestra el APU obtenido:

❖ Costo de Mano de obra

Compuesto por puestos de trabajo para la manipulación de las máquinas, tanto de la prensa hidráulica como la trituradora. Los puestos de trabajo varían de acuerdo a la producción y otros son independientes de la producción de ladrillos. Aquí se plasmará la cantidad de trabajo que se necesita para la elaboración de un ladrillo y a su vez el personal e importancia que tienen en la producción del ladrillo.

CUADRO N°7: Precios Unitarios de Mano Obra Para un Ladrillo Propuesto

MANO DE OBRA (RENDIMIENTO=1250 LARILLOS/DIA)						
RECURSO	UND.	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
OPERARIO	H.H	1	0.0064	S/ 5.00	S/ 0.03	S/ 0.08
PEON	H.H	1	0.0064	S/ 4.00	S/ 0.03	
AUXILIAR	H.H	0.8	0.00512	S/ 4.00	S/ 0.02	

Fuente: Propia

❖ Costo de Maquinaria

Aquí se tendrá en cuenta el costo de horas máquina, donde el precio dependerá de factores que hacen posible su funcionamiento, por lo que la prensa hidráulica no requiere de ningún tipo de energía o combustibles para su funcionamiento pero es la más importante para el moldeado de cada ladrillo, por otra parte tenemos a la trituradora que si bien hace uso de energía eléctrica su funcionalidad no es continua si no ocasionalmente; en el siguiente cuadro se plasmará el costo de la máquina para la elaboración de un ladrillo.

CUADRO N°8: Precios Unitarios de Maquinaria Para un Ladrillo Propuesto

MAQUINARIA						
RECURSO	UND.	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
PRENSA HIDRAHULICA	Hr	-	0.8	3.75	S/ 3.00	S/ 0.03
TRITURADORA	Hr	-	0.6	2.5	S/ 1.50	

Fuente: Propia

❖ Costo de Herramientas

Se tendrá en cuenta el costo de herramientas de mano por desgaste al ser utilizadas en la producción del ladrillo propuesto. Aquí estableceremos un porcentaje del costo de la mano de obra.

CUADRO N°9: Precios Unitarios de Herramientas Para un Ladrillo Propuesto

HERRAMIENTAS						
RECURSO	UND.	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
HERRAMIENTAS	%MO	-	0.4	S/ 0.03	S/ 0.03	S/ 0.03

Fuente: Elaboración Propia

❖ Costos de Materia Prima

Se hace referencia a la compra de arcilla y cemento por ladrillo, teniendo en cuenta que la arcilla se debe encontrar en un estado seco.

La adquisición de la arcilla es clave para los costos de producción, la calidad del producto depende mucho de donde se produce su explotación, ya que tiene que tener ciertas características como color, consistencia y pureza.

Se elaboraron 3 cuadros distintos, ya que no contienen la misma cantidad de material para su elaboración.

CUADRO N°10: Precios Unitarios de Materiales Para un Ladrillo Propuesto con 20% Cemento + 80% Arcilla

MATERIALES (20% CEMENTO+80% ARCILLA)						
RECURSO	UND.	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
CEMENTO	Kg	-	0.54	S/ 0.65	S/ 0.35	S/ 0.74
ARCILLA	Kg	-	2.16	S/ 0.18	S/ 0.39	

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO N°11: Precios Unitarios de Materiales Para un Ladrillo Propuesto con 30%
Cemento + 70% Arcilla**

MATERIALES (30% CEMENTO+70% ARCILLA)						
RECURSO	UND.	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
CEMENTO	Kg	-	0.81	S/ 0.65	S/ 0.52	S/ 0.86
ARCILLA	Kg	-	1.89	S/ 0.18	S/ 0.34	

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO N°12: Precios Unitarios de Materiales Para un Ladrillo Propuesto con 40%
Cemento + 60% Arcilla**

MATERIALES (40% CEMENTO+60% ARCILLA)						
RECURSO	UND.	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
CEMENTO	Kg	-	1.08	S/ 0.65	S/ 0.70	S/ 0.99
ARCILLA	Kg	-	1.62	S/ 0.18	S/ 0.29	

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Precios de los Ladrillos**

A continuación, se muestra el calculo de los precios para cada ladrillo haciendo la suma de sus precios unitarios:

CUADRO N°13: Precios Finales para cada Ladrillo Propuesto con sus Variantes en Porcentaje de Cemento.

	20% CEMENTO + 80% ARCILLA	30% CEMENTO + 70% ARCILLA	40% CEMENTO + 60% ARCILLA
PRECIO DE UN LADRILLO	S/ 0.88	S/ 1.00	S/ 1.13

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de Precios Unitarios de un Metro Cuadrado de Muro para Ladrillos Propuestos

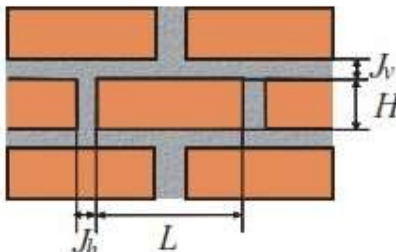
❖ Cantidad de Ladrillos Propuestos por Metro Cuadrado(m2) de Muro

Formula a Utilizar:

FIGURA N°9: Formula para el Calculo de Cantidad de Ladrillos por Metro Cuadrado

$$CL = \frac{1}{(L + J_h) \times (H + J_v)}$$

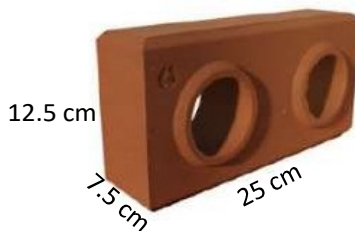
CL = cantidad de ladrillos por m^2
 L = longitud de ladrillo (m)
 J_h = espesor junta horizontal (m)
 H = altura del ladrillo (m)
 J_v = espesor junta vertical (m)



Fuente: Aceros Arequipa

Dimensiones del Ladrillo Propuesto:

FIGURA N°10: Dimensiones de Ladrillo Modular Propuesto



Fuente: Propia

Datos a Utilizar:

L=	25 cm
Jh=	1 cm
H=	7.5 cm
Jv=	1 cm

Calculo de Cantidad de Ladrillos en un Metro Cuadrado:

CUADRO N°14: Total de Ladrillos Propuestos para un Metro Cuadrado de Muro

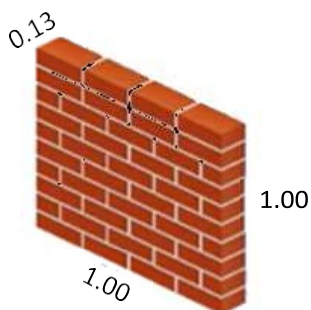
CL=	43	Ladrillos/m2	Ladrillos propuestos
------------	----	--------------	----------------------

Fuente: Propia

❖ **Cantidad de Materiales por Metro Cubico de Mortero para Ladrillos Propuestos**

Dimensionamiento del Muro de Ladrillos Propuestos:

FIGURA N°11: Dimensiones de un Metro Cuadrado de Ladrillo Propuesto



Fuente: Propia

Calculo de Mortero para un Metro Cuadrado de Muro con Ladrillos Propuestos:

CUADRO N°15: Calculo de Volumen de Mortero para un Metro Cuadrado de Muro de Ladrillo Propuesto

CALCULO DE MORTERO POR M2 DE MURO			
TIPO DE APAREJO	VOL. MURO (m3)	VOL. LADRILLO (m3)	VOL. MORTERO (m3/m2)
Soga	$1.00 \times 1.00 \times 0.125$	$0.25 \times 0.125 \times 0.075 \times 43$	$0.125 - 0.10016$
	0.125	0.10016	0.02484
	Menos el 30% de Volumen Vacío		0.01739

Fuente: Propia

❖ **Cantidad de Material por Metro Cubico de Mortero para Ladrillos Propuestos**

Se hará uso del siguiente cuadro:

CUADRO N°16: Cantidad Necesaria de Materiales para un Metro Cubico de Mortero

Proporción	Relación a/c	Cantidad de materiales por m ³ de mortero*		
		Cemento (bolsa)	Arena (m ³)	Agua (litros)
1:1	0,29	23,2	0,66	286
1:2	0,43	15,2	0,86	277
1:3	0,57	11,2	0,96	272
1:4	0,72	8,9	1,00	272
1:5	0,85	7,4	1,05	268
1:6	1,00	6,3	1,07	269
1:7	1,14	5,5	1,10	267
1:8	1,29	4,9	1,11	268

Fuente: CAPECO

Cálculo de Materiales para Mortero en un Metro Cuadrado de Muro:

CUADRO N°17: Material Necesario para Mortero en un Metro Cuadrado de Muro para Ladrillos Propuestos

MATERIAL POR METRO CUBICO (m3)			
PROPORCION C : A	CEMENTO (Bolsas)	ARENA (m3)	AGUA (Litros)
1:5	7.4	1.05	268

CEMENTO	1.00 m3	→	7.40 bolsas
	0.01739 m3	→	X
	X	=	0.13 bolsas
ARENA	1.00 m3	→	1.05 m3
	0.01739 m3	→	X
	X	=	0.018 m3
AGUA	1.00 m3	→	268 Litros
	0.01739 m3	→	X
	X	=	4.66 Litros

Fuente: Propia

❖ **Precios Unitarios de los Materiales Empleados en el Mortero para Ladrillos Propuestos**

CUADRO N°18: Precios Unitarios de Mortero para Ladrillos Propuestos

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Cemento Portland Tipo I (Bls.:42.5)	Bolsas	0.13 bolsas	S/ 22.50	S/ 2.90
Arena	Kg	18.00 kg	S/ 0.15	S/ 2.63
Agua	Lts	4.66 Litros	S/ 0.01	S/ 0.031
			TOTAL	S/ 5.56

Fuente: Propia

❖ **Precio de Metro Cuadrado de Ladrillos Propuestos**

CUADRO N°19: Precios Finales para un Metro Cuadrado de Muro

	20% CEMENTO + 80 ARCILLA	30% CEMENTO + 70 ARCILLA	40% CEMENTO + 60 ARCILLA
PRECIO DEL METRO CUADRADO DE MURO (Ladrillos Propuestos)	S/ 43.01	S/ 48.40	S/ 53.79

Fuente: Propia

Análisis de Precios Unitarios de un Metro Cuadrado de Muro para Ladrillos Convencionales de la zona (Ladrillo King Kong 6 Huecos)

❖ **Cantidad de Ladrillos Convencionales de la Zona por Metro Cuadrado(m2) de Muro**

Dimensiones del Ladrillo Propuesto:

FIGURA N°12: Dimensiones de Ladrillo King Kong 6 Huecos



Fuente: Propia

Precio de Ladrillo King Kong 6 Huecos según ferreterías de la zona:

PRECIO EN LA ZONA	S/ 0.95
--------------------------	---------

Formula a Utilizar:

FIGURA N°9: Formula para el Cálculo de Cantidad de Ladrillos por Metro Cuadrado

$$CL = \frac{1}{(L + J_h) \times (H + J_v)}$$

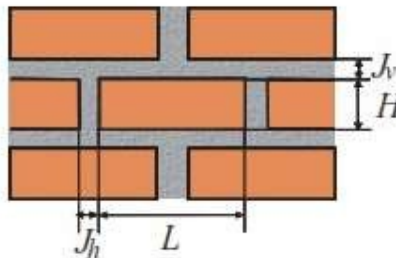
CL = cantidad de ladrillos por m²

L = longitud de ladrillo (m)

Jh = espesor junta horizontal (m)

H = altura del ladrillo (m)

Jv = espesor junta vertical (m)



Datos a Utilizar:

L=	23 cm
Jh=	1 cm
H=	9 cm
Jv=	1 cm

Cálculo de Cantidad de Ladrillos en un Metro Cuadrado:

CUADRO N°20: Total de Ladrillos Convencionales de la Zona para un Metro Cuadrado de Muro

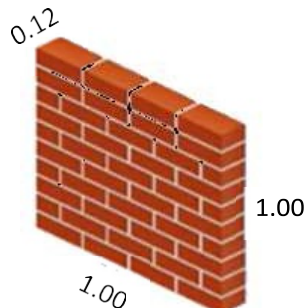
CL=	42	Ladrillos/m2	Ladrillos convencionales en la zona
------------	----	--------------	-------------------------------------

Fuente: Propia

❖ **Cantidad de Materiales por Metro Cubico de Mortero para Ladrillos Convencionales de la Zona**

Dimensionamiento del Muro de Ladrillos Convencionales:

FIGURA N°13: Dimensiones de un Metro Cuadrado de Ladrillo Convencional de la Zona



Fuente: Propia

Cálculo de Mortero para un Metro Cuadrado de Muro con Ladrillos Convencionales de la Zona:

CUADRO N°21: Calculo de Volumen de Mortero para un Metro Cuadrado de Muro de Ladrillo Convencional de la Zona

CALCULO DE MORTERO POR M2 DE MURO			
TIPO DE APAREJO	VOL. MURO (m3)	VOL. LADRILLO (m3)	VOL. MORTERO (m3/m2)
Soga	1.00 x 1.00 x 0.11	0.23 x 0.11 x 0.09 x 42	0.11 - 0.095634
	0.11	0.095634	0.01437

Fuente: Propia

❖ **Cantidad de Material por Metro Cubico de Mortero para Ladrillos Convencionales de la Zona**

Se hará uso del siguiente cuadro:

CUADRO N°16: Cantidad Necesaria de Materiales para un Metro Cubico de Mortero

Proporción	Relación a/c	Cantidad de materiales por m³ de mortero*		
		Cemento (bolsa)	Arena (m³)	Agua (litros)
1:1	0,29	23,2	0,66	286
1:2	0,43	15,2	0,86	277
1:3	0,57	11,2	0,96	272
1:4	0,72	8,9	1,00	272
1:5	0,85	7,4	1,05	268
1:6	1,00	6,3	1,07	269
1:7	1,14	5,5	1,10	267
1:8	1,29	4,9	1,11	268

Cálculo de Materiales para Mortero en un Metro Cuadrado de Muro:

CUADRO N°22: Material Necesario para Mortero en un Metro Cuadrado de Muro para Ladrillos Convencionales de la Zona

MATERIAL POR METRO CUBICO (m3)			
PROPORCION C : A	CEMENTO (Bolsas)	ARENA (m3)	AGUA (Litros)
1:5	7.4	1.05	268

CEMENTO	1.00 m3	→	7.40 bolsas
	0.01437 m3	→	X
	X	=	0.11 bolsas
ARENA	1.00 m3	→	1.05 m3
	0.01437 m3	→	X
	X	=	0.015 m3
AGUA	1.00 m3	→	268 Litros
	0.01437 m3	→	X
	X	=	3.85 Litros

Fuente: Propia

❖ **Precios Unitarios de los Materiales Empleados en el Mortero para Ladrillos Convencionales de la Zona**

CUADRO N°23: Precios Unitarios de Mortero para Ladrillos Convencionales de la Zona

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Cemento Portland Tipo I (Bls.:42.5)	Bolsas	0.11 bolsas	S/ 22.50	S/ 2.39
Arena	Kg	22.00 kg	S/ 0.15	S/ 3.22
Agua	Lts	3.85 Litros	S/ 0.01	S/ 0.03
			TOTAL	S/ 5.64

Fuente: Propia

❖ **Precio de Metro Cuadrado de Ladrillos Convencionales de la Zona**

PRECIO DEL METRO CUADRADO DE MURO (Ladrillo King Kong 6 Huecos)	S/ 45.54
--	-----------------

Cuadro Resumen – Comparativo Económico

Después de todo un análisis de precios tenemos como resultado el siguiente cuadro, donde nos resume todo lo calculado y hallado para cada Ladrillo, tanto como para los ladrillos prensados y los ladrillos convencionales de la zona. Si bien es cierto se observa variedad en los precios, pero también tenemos que tener en cuenta la calidad de los ladrillos.

CUADRO N°23: Comparación Económica de los Ladrillos Convencionales VS Ladrillos Propuestos

	LADRILLOS PRENSADOS A BASE DE ARCILLA Y CEMENTO			LADRILLOS CONVENCIONALES DE LA ZONA (KING KONG 6 HUECOS)
	20% CEMENTO + 80% ARCILLA	30% CEMENTO + 70% ARCILLA	40% CEMENTO + 60% ARCILLA	
PRECIOS POR UNIDAD	S/ 0.88	S/ 1.00	S/ 1.13	S/ 0.95
CANTIDAD DE LADRILLOS POR METRO CUADRADO DE MURO	43 ladrillos/m ²			42 ladrillos/m ²
PRECIO DE MORTERO PARA UN METRO CUADRADO DE MURO	S/ 5.56			S/ 4.98
PRECIO DE METRO CUADRADO DE MURO	S/ 43.01	S/ 48.40	S/ 53.79	S/ 44.88

Fuente: Propia

De este cuadro podemos concluir, que los ladrillos prensados con porcentaje de cemento al 20%, nos brinda una mejor propuesta económica que los ladrillos convencionales a la hora de construcción de muros o asentado de ladrillo, por otro lado, los ladrillos prensados con porcentajes de 30% y 40% de cemento muestra una diferencia económica de 3.52 soles y 8.91 soles respectivamente, favoreciendo el ladrillo convencional para la construcción de muros.

Análisis Ambiental

El análisis ambiental se determinará mediante los datos plasmados en este proyecto, resaltando principalmente la maquinaria y los insumos para elaborar cada ladrillo obtenido. Los insumos principales utilizados son la arcilla y el cemento con poco uso de agua utilizado para su hidratación de los ladrillos; como maquinaria se usó la prensa hidráulica y la trituradora de arcilla seca.

A continuación, se determinará los principales componentes y se analizará si son contaminantes en la fabricación de los ladrillos propuestos:

- Cemento: En nuestra investigación se decidió tomar como insumo al cemento para poder tener resistencia, durabilidad y rigidez; si bien es cierto los ladrillos adquirieron propiedades del cemento, a su vez también le dio características de ser un producto que contribuye a la contaminación ambiental, por otro lado, no es un producto en su totalidad contaminante ya que las emisiones son bajas teniendo como dato, que por cada tonelada de cemento produce 0.4 toneladas de CO₂, lo que hace que la contaminación de nuestros ladrillos sea mínima, ya que los porcentajes utilizados en este proyecto son menores al 50% de cemento por ladrillo.

La vegetación en la zona de San Ignacio es abundante por lo que aporta a que los gases de CO₂ no tengan un riesgo alto e incluso anulando estos gases.

A continuación calcularemos las cantidades de CO₂ emitidos con sus rendimientos diarios, mensuales y anual:

- Arcilla: La arcilla emite CO₂ solo si se le da un tratamiento térmico mayor a 35°C, por lo que en nuestro proyecto no incluye ningún tratamiento térmico o de cocción para la elaboración de los ladrillos, por lo que podemos decir que la Arcilla no contribuye con ningún tipo de gas nocivo para la contaminación ambiental.
- Agua: El agua solo es utilizada de manera controlada para el curado de nuestros ladrillos y solo es rociada lo que hace que el consumo de agua sea mínimo.
- Prensa Hidráulica(Forza): Este tipo de máquinas se desarrolló con la finalidad de dar una opción innovadora a la industria ladrillera, descartando en su totalidad la quema de los ladrillos para darle resistencia y a su vez que sea un aislante térmico y acústico; los ladrillos cocidos tiene un falencia principalmente en la emisiones de gases, teniendo como material particulado (MP), monóxido de carbono (CO) y su elevado consumo de energía;el consumo específico de estos hornos es de unos 4 a 6 MJ/kg (megajulios de energía necesaria para hacer un kilogramo de producto) de ladrillo cocido. La baja eficiencia de estos hornos implica fuertes emisiones de Gases a Efecto Invernadero (GEI), sobre todo en forma de CO₂ [12].

Por lo redactado, esta investigación busca mejores opciones para contribuir a la mejora del medio ambiente, por lo que la prensa hidráulica es una buena opción para la elaboración de ladrillos tanto para muros divisorios como para muros portantes, ya que no hace uso de ningún combustible y es de uso manual.

- Trituradora (Forza): En lo que respecta a la trituradora esta tiene una potencia de 5.5kw loque hace que sea un contaminante de rango bajo o nulo, pero lo que si genera emisiones de CO₂ es la producción de electricidad, siendo este uno de los principales causantes de emisión de CO₂ en el 2019, teniendo un porcentaje de emisión de CO₂ de 30.44% [13].

Resultados y Discusión

Resultados de Ensayo - Resistencia a la Compresión

CUADRO N°24: Resistencia a la Compresión del Ladrillo Propuesto con 20% Cemento + 80% Arcilla.

Muestra N°	Denominación de la Unidad	Área Bruta (cm ²)	Carga (kg)	F' _b (kg/cm ²)
01	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	314	17552	51
02	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	313	19719	58
03	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	313	19841	58
04	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	314	19881	58
05	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	314	15616	46
PROMEDIO				54

Fuente: Propia

- ✓ **Interpretación:** En el cuadro, los ladrillos con 20% de cemento alcanzando una resistencia a la compresión promedio de 54 kg/cm² clasificándose como un ladrillo de Tipo I.

CUADRO N°25: Resistencia a la Compresión del Ladrillo Propuesto con 30% Cemento + 70% Arcilla.

Muestra N°	Denominación de la Unidad	Área Bruta (cm ²)	Carga (kg)	F' _b (kg/cm ²)
01	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	312	19442	57
02	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	312	19383	57
03	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	312	19854	58
04	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	312	18375	53
05	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	313	18608	54
PROMEDIO				56

Fuente: Propia

- ✓ **Interpretación:** En el cuadro tenemos al ensayo de los ladrillos con 30% de cemento, presentando mayor resistencia a la compresión promedio con 56kg/cm², clasificándose aun como un Tipo I.

CUADRO N°26: Resistencia a la Compresión del Ladrillo Propuesto con 40% Cemento + 60% Arcilla.

Muestra N°	Denominación de la Unidad	Área Bruta (cm ²)	Carga (kg)	F' _b (kg/cm ²)
01	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	314	27729	81
02	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	313	24456	71
03	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	313	22541	66
04	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	313	23568	69
05	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	312	24439	71
PROMEDIO				72

Fuente: Propia

- ✓ **Interpretación:** En este cuadro se presenta al ladrillo con mayor porcentaje de cemento con un 40% de cemento, los resultados muestran una resistencia promedio considerable de 72 kg/cm², por lo tanto, de mayor resistencia, y clasificándose como ladrillo Tipo II.

Resultados de Ensayo - Resistencia a la Flexión

CUADRO N°27: Resistencia a la Flexión de los Ladrillos Propuestos con 20%,30% y 40% de Cemento + 80%,70% y 60% de Arcilla Respectivamente.

RESISTENCIA A FLEXION DE LADRILLOS					
Muestra N°	Denominación de Espécimen	Carga Axial (kg)	Área Bruta (cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	1912.187	314	6.09	6.04
02	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	1822.552	313	5.82	
03	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	1995.111	313	6.37	
04	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	1988.133	314	6.33	
05	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	1755.121	314	5.59	
06	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	1899.874	312	6.09	6.23
07	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	2060.152	312	6.60	
08	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	1917.154	312	6.14	
09	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	1875.861	312	6.01	
10	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	1974.225	313	6.31	
11	LADRILLO 40% DE CEMENTO +60% DE ARCILLA	2157.141	314	6.87	6.90
12	LADRILLO 40% DE CEMENTO +60% DE ARCILLA	2178.335	313	6.96	
13	LADRILLO 40% DE CEMENTO +60% DE ARCILLA	2193.546	313	7.01	
14	LADRILLO 40% DE CEMENTO +60% DE ARCILLA	2095.814	313	6.70	
15	LADRILLO 40% DE CEMENTO +60% DE ARCILLA	2178.114	312	6.98	

Fuente: Propia

- ✓ **Interpretación:** Los ladrillos con 20% de Cemento no cuentan con las características técnicas necesarias para ser utilizado en muro portante, según la norma ITINTEC 331.017, debido que el Módulo de Rotura Promedio es 6.04 kg/cm² y la norma indica un valormínimo de 6.12 kg/cm² para clasificarse como Tipo I. Respecto a los ladrillos con 30% de cemento su Modulo de Rotura Promedio es 6.23 kg/cm², clasificándose como Tipo I. Por último, tenemos al ladrillo con 40% de cemento alcanzando un Módulo de Rotura Promedio de 6.90 kg/cm² clasificándose como Tipo I.

Resultados de Ensayo – Alabeo

CUADRO N°28: Alabeo en Ladrillos Propuestos con 20% Cemento + 80% Arcilla.

ALABEO EN LADRILLOS						
Nº DE LADRILLOS	TIPO DE LADRILLO	LADO IZQ. (mm)	CENTRO (mm)	LADO DER. (mm)	ALABEO	PROMEDIO (mm)
M-1	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	1.05	1.15	1.00	CONCAVIDAD	1.1
M-2	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	0.95	1.05	1.00	CONCAVIDAD	1.0
M-3	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	0.96	1.04	1.00	CONCAVIDAD	1.0
M-4	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	0.98	1.15	1.04	CONCAVIDAD	1.1
M-5	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	0.97	1.18	1.01	CONCAVIDAD	1.1
PROMEDIO		1.0	1.1	1.0		
RESULTADO FINAL DE ALABEO		1.0				

Fuente: Propia

- ✓ **Interpretación:** Los ladrillos con 20% de cemento presentan concavidad en todos los ladrillos ensayados teniendo como resultado un alabeo promedio en su lado izquierdo de 1 mm, en el centro un alabeo promedio de 1.1 mm y del lado derecho un alabeo de 1 mm, clasificándose como un Ladrillo Tipo V.

CUADRO N°29: Alabeo en Ladrillos Propuestos con 30% Cemento + 70% Arcilla.

ALABEO EN LADRILLOS						
Nº DE LADRILLOS	TIPO	LADO IZQ. (mm)	CENTRO (mm)	LADO DER. (mm)	ALABEO	PROMEDIO (mm)
M-1	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	1.10	1.05	1.00	CONCAVIDAD	1.1
M-2	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	0.98	1.10	1.00	CONCAVIDAD	1.0
M-3	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	0.96	1.14	1.00	CONCAVIDAD	1.0
M-4	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	0.95	1.05	1.00	CONCAVIDAD	1.0
M-5	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	0.94	1.10	1.00	CONCAVIDAD	1.0
PROMEDIO		1.0	1.1	1.0		
RESULTADO FINAL DE ALABEO		1.0				

Fuente: Propia

- ✓ **Interpretación:** Los ladrillos con 30% de cemento presentan concavidad en todos los ladrillos ensayados teniendo como resultado un alabeo promedio en su lado izquierdo de 1 mm, en el centro un alabeo promedio de 1.1 mm y del lado derecho un alabeo de 1 mm, clasificándose como un Ladrillo Tipo V.

CUADRO N°30: Alabeo en Ladrillos Propuestos con 40% Cemento + 60% Arcilla.

ALABEO EN LADRILLOS						
Nº DE LADRILLOS	TIPO	LADO IZQ. (mm)	CENTRO (mm)	LADO DER. (mm)	ALABEO	PROMEDIO (mm)
M-1	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	1.10	1.20	1.00	CONCAVIDAD	1.1
M-2	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	0.90	1.10	1.00	CONCAVIDAD	1.0
M-3	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	0.90	1.00	1.00	CONCAVIDAD	1.0
M-4	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	0.90	1.20	1.10	CONCAVIDAD	1.1
M-5	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	0.90	1.20	1.10	CONCAVIDAD	1.1
PROMEDIO		1.0	1.1	1.1		
RESULTADO FINAL DE ALABEO		1.1				

Fuente: Propia

- ✓ Interpretación: Los ladrillos con 30% de cemento presentan concavidad en todos los ladrillos ensayados teniendo como resultado un alabeo promedio en su lado izquierdo de 1 mm, en el centro un alabeo promedio de 1.1 mm y del lado derecho un alabeo de 1.1 mm clasificándose como un Ladrillo Tipo V.

Resultados de Ensayo – Absorción

G4: Es el espécimen saturado luego de 24 horas de inmersión en agua fría, expresado en gramos

G3: Es la masa del espécimen seco, expresado en gramos.

A: Es la absorción de agua, expresada en porcentaje.

CUADRO N°31: Absorción en Ladrillos Propuestos con 20% Cemento + 80% Arcilla.

Muestra Nº	Denominación de la Unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	3455	3169	9.0
02	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	3429	3095	10.8
03	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	3448	3188	8.2
04	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	3453	3144	9.8
05	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	3413	3116	9.5
PROMEDIO			9.5	

Fuente: Propia

- ✓ **Interpretación:** Como se observa en el cuadro se tienen una absorción promedio 9.5%. Según la Norma E0.70, es aceptable por encontrarse por debajo del 22%.

CUADRO N°32: Absorción en Ladrillos Propuestos con 30% Cemento + 70% Arcilla.

Muestra N°	Denominación de la Unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	3464	3038	14.0
02	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	3327	2750	21.0
03	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	3428	2854	20.1
04	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	3438	2844	20.9
05	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	3392	2761	22.9

PROMEDIO	19.8
-----------------	-------------

Fuente: Propia

- ✓ **Interpretación:** En el cuadro se observa un ladrillo que tiene un elevado porcentaje de absorción promedio de 19.8%, encontrándose dentro de los parámetros permisibles según Norma E0.70, estando por debajo del 22%.

CUADRO N°33: Absorción en Ladrillos Propuestos con 40% Cemento + 60% Arcilla.

Muestra N°	Denominación de la Unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	3406	2689	26.7
02	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	3386	2782	21.7
03	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	3379	2885	17.1
04	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	3425	2843	20.5
05	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	3419	2774	23.3

PROMEDIO	21.9
-----------------	-------------

Fuente: Propia

- ✓ **Interpretación:** Del cuadro presentado tenemos 21.9% de absorción promedio para los ladrillos con 40% de cemento, estando por debajo del 22% al borde de sobrepasar los parámetros permisibles según Norma E0.70.

Resultados de Ensayo - Variación Dimensional

CUADRO N°34: Variación Dimensional en Ladrillos Propuestos con 20% Cemento + 80% Arcilla.

Muestra N°	Denominación de la Unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	251.00	125.30	73.70
02	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	251.20	124.80	74.50
03	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	250.50	125.00	74.40
04	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	250.20	125.30	75.20
05	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	250.40	125.40	75.40
PROMEDIO		250.66	125.16	74.64
C.V.		0.26%	0.13%	6.70%

Fuente: Propia

- ✓ Interpretación: Para los ladrillos con 20% Cemento se tiene un promedio 250.66 mm de largo teniendo un Coeficiente de Variabilidad de 0.26%, para el ancho se tiene un promedio de 125.16 mm con un Coeficiente de Variabilidad de 0.13% y con respecto al alto se tiene el promedio 74.64 mm con un Coeficiente de Variabilidad de 6.70%, clasificándose como un Tipo II según Norma E0.70.

CUADRO N°35: Variación Dimensional en Ladrillos Propuestos con 30% Cemento + 70% Arcilla.

Muestra N°	Denominación de la Unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	250.50	124.70	73.90
02	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	250.00	124.70	72.90
03	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	250.60	124.40	71.40
04	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	250.00	124.60	73.00
05	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	250.00	125.00	74.70
PROMEDIO		250.22	124.68	73.18
C.V.		0.09%	0.26%	8.52%

Fuente: Propia

- ✓ Interpretación: Para los ladrillos con 30% Cemento se tiene un promedio 250.22 mm de largo, teniendo un Coeficiente de Variabilidad de 0.09%, para el ancho se tiene un promedio de 124.68 mm con un Coeficiente de Variabilidad de 0.26% y con respecto al alto se tiene como promedio 73.18 mm y con un Coeficiente de Variabilidad de 8.52%, según Norma E0.70 se clasifica como un Ladrillo Tipo II.

CUADRO N°36: Variación Dimensional en Ladrillos Propuestos con 40% Cemento + 60% Arcilla.

Muestra N°	Denominación de la Unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	250.90	125.05	72.30
02	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	250.10	124.60	73.50
03	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	251.00	124.90	73.90
04	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	250.00	124.90	73.00
05	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	250.00	124.90	73.30
PROMEDIO		250.40	124.87	73.20
C.V.		0.16%	0.10%	8.50%

Fuente: Propia

- ✓ **Interpretación:** Para los ladrillos con 40% de Cemento se tiene un promedio 250.40 mm de largo con un Coeficiente de Variabilidad de 0.16%, para el ancho se tiene un promedio de 124.87 mm con un Coeficiente de Variabilidad de 0.10% y con respecto al alto se tiene como promedio 73.20 mm con un Coeficiente de Variabilidad de 8.50%; según Norma E0.70 se clasifica como un Ladrillo Tipo II.

Discusión

Según los resultados obtenidos en esta investigación, se puede decir que estamos en camino de afirmar que nuestro ladrillo propuesto en esta investigación cumple con los parámetros exigidos en la Norma E0.70 y sobre todo que puede llegar a tener uso estructural, teniendo mejores resultados que los ladrillos convencionales en la zona de San Ignacio; dicho esto, se procederá a comparar los resultados obtenidos de nuestros ladrillos propuestos en esta investigación con ladrillos de la capital peruana, cabe resaltar que se ha tomado estas muestras por motivos de que en la zona cajamarquina abunda la informalidad con respecto a las ladrilleras y se dificulta obtener las fichas técnicas de los ladrillos. A continuación, se presentará las muestras obtenidas con sus respectivas fichas técnicas:

Muestra 1

Ladrillos Kar



Características Generales

Descripción General: Es el ladrillo fabricado de arcilla moldeada, extruida y quemada o cocida en un horno tipo túnel de proceso continuo.

- Denominación del Bien: Pandereta
- Denominación Técnica: Pandereta
- Grupo / Clase / Familia: Construcciones de Tabiquería
- Dimensiones: 9 x 10.5 x 23 cm.
- Peso: 1.90 Kg.
- Unid.m2: 36

Características Técnicas

De los Tipos de Ladrillos

Según la Norma NTP 399.613 – 331.040 – 331.041, este ladrillo corresponde:

Tipo: Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicios rigurosas.

Características Físicas

- Variación de la dimensión (mm): ± 2.0
- Alabeo (mm): 2
- Resistencia a la compresión (Kg/cm²): 42.84 Kg/cm²
- Absorción (%): 14.20

Otras Especificaciones

- Secado Artificial Automatizado.

Fuente: www.ladrilloskar.com

Muestra 2

Ladrillos Lar

Denominación del Bien	: PANDERETA ACANALADA		
Denominación técnica	: PANDERETA ACANALADA		
Grupo/clase/familia	: CONSTRUCCIONES DE TABIQUERIA		
Dimensiones (mm)	Alto	Ancho	L.Corte
	90	105	230
Peso	: 1.90 Kg.		
Unidades m ²	: 36		



Anexos adjuntos:

Descripción general: Es el ladrillo fabricado de arcilla moldeada, extruida y quemada o cocida en un horno tipo túnel de proceso continuo.

Características Técnicas

De los tipos de ladrillos

Según la Norma NTP 399.613:2005 - 339.604 - 399.604 este ladrillo corresponde:

Tipo II: Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas.

Características Físicas

	Según NTP	Según Muestra
-VARIACION DE LA DIMENSION (mm):	± 2.0	± 2.0
-ALABEO (mm):	2	1
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²):	36.0 Kg/cm ²	39.8 Kg/cm ²
-ABSORCION (%):	<22	13.00
-EFLORESCENCIA:	No Eflorescente	No Eflorescente

Otras Especificaciones

-Secado Artificial Automatizado

Fuente: ladrilloslark.com.pe

Se investigó y se tomó en cuenta dos ladrilleras limeñas, las cuales cuentan con su respectiva ficha técnica y así poder hacer la comparación según resultados obtenidos en esta tesis.

A continuación, se mencionará los resultados comparativos y controversias:

- **Resistencia a la Compresión:**

CUADRO N°37: Ensayos de Resistencia a Compresión de los Ladrillos Propuestos
Vs Ladrillos Convencionales Cocidos

	LADRILLOS PROPUESTOS			LADRILLOS KAR	LADRILLOS LARK
	20% CEMENTO	30% CEMENTO	40% CEMENTO		
RESISTENCIA A COMPRESION	54 kg/cm ²	56 kg/cm ²	72 kg/cm ²	43 kg/cm ²	39 kg/cm ²

Fuente: Propia

La resistencia a compresión de los ladrillos propuestos supera los 50kg/cm² por lo que pueden ser utilizados en muros portantes, a su vez superando en resistencia a los ladrillos comerciales.

** Se aprecia en el Cuadro N°37, la resistencia a compresión obtenida por los ladrillos propuestos a mayor concentración de cemento se aprecia un aumento considerable de su resistencia a la compresión; por lo que al ser comparados con las muestras 1 y 2 se comprueba que los ladrillos propuestos tienen mejor resistencia a la compresión desde su menor variante con 20% de cemento hasta la mayor con 40% de cemento.*

- **Alabeo**

CUADRO N°38: Ensayos de Alabeo a Compresión de los Ladrillos Propuestos Vs
Ladrillos Convencionales Cocidos

	LADRILLOS PROPUESTOS			LADRILLOS KAR	LADRILLOS LARK
	20% CEMENTO	30% CEMENTO	40% CEMENTO		
ALABEO	1.0 mm	1.0 mm	1.1 mm	2.0 mm	1.0 mm

Fuente: Propia

El alabeo obtenido de los ladrillos propuestos está dentro de los parámetros según norma, siendo una de sus mejores características; teniendo mejor característica de alabeo que los ladrillos Kar e igualando a los ladrillos Lark.

** Se aprecia en el Cuadro N°38, los ladrillos propuestos no muestran concavidades mayores a 1.1 mm, demostrando que a pesar de no hacer uso de hornos y sometiendo los ladrillos propuestos a un curado se puede llegar a tener una consolidación óptima de los materiales empleados.*

▪ **Absorción:**

CUADRO N°39: Ensayos de Absorción a Compresión de los Ladrillos Propuestos Vs Ladrillos Convencionales Cocidos

	LADRILLOS PROPUESTOS			LADRILLOS KAR	LADRILLOS LARK
	20% CEMENTO	30% CEMENTO	40% CEMENTO		
ABSORCION	9.5 %	19.8 %	21.9 %	14.2 %	13.0 %

Fuente: Propia

La absorción obtenida de los ladrillos con 20% de cemento están por debajo de los ladrillos Kar y Lark, teniendo mejor propiedad. Por otra parte, se encuentran los ladrillos con 30% y 40% de cemento con un elevado porcentaje de absorción superando a los ladrillos Kar y Lark.

** Se aprecia en el Cuadro N°39, a mayor concentración de cemento en los ladrillos propuestos se tiene una mayor absorción dificultando su uso estructural ya que puede influir en la dosificación de los morteros, debilitando los muros portantes o no portantes. Un mayor curado puede ayudar a mejora dicho propiedad, ya que solo se curo los ladrillos por menos de una semana.*

▪ **V. Dimensional:**

CUADRO N°40: Ensayos de Variación Dimensional a Compresión de los Ladrillos Propuestos Vs Ladrillos Convencionales Cocidos

	LADRILLOS PROPUESTOS			LADRILLOS KAR	LADRILLOS LARK
	20% CEMENTO	30% CEMENTO	40% CEMENTO		
V. DIMENSIONAL (mayor variación)	5.4 mm	6.8 mm	6.8 mm	2.0 mm	2.0 mm

Fuente: Propia

La variación dimensional obtenida en los ladrillos propuestos presenta una variación considerable en su altura, siendo mayor a los ladrillos Kar y Lark.

** Se aprecia en el Cuadro N°40, confirmando lo dicho en anteriormente que los ladrillos propuestos necesitan de un mayor día de curado para poder consolidar los materiales y así la totalidad del ladrillo propuesto se pueda hidratar evitando deformaciones y variaciones en sus dimensiones.*

Conclusiones

- Los ladrillos modulares propuestos son un sistema moderno e innovador, con su sistema de ensamble y encaje, el cual favorece a un armado rápido, agilizando la construcción de muros y tabiques teniendo un acabado caravista ideal para interiores y exteriores.
- Los ladrillos propuestos tienen como propósitos ser parte de la protección del medio ambiente y brindar ladrillos amigables con el ecosistema, a su vez aportar innovación en su fabricación sin considerar la cocción.
- Los ladrillos propuestos no tienen un impacto considerable en el ambiente, debido a que los materiales y maquinas utilizadas para su elaboración no hacen uso de ningún combustible fósil, por otra parte, la emisión de CO₂ del concreto al elaborar los ladrillos son mínimas y teniendo en cuenta la gran vegetación de la Provincia de San Ignacio estos gases pueden ser anulados.
- Los ladrillos propuestos tienen como ventajas: la reducción del tiempo de obra, ahorro en costos constructivos, es ecológico y tecnología innovadora con un sistema de prensado.
- Se llega a la conclusión que los ladrillos propuestos tienen aspectos técnicos muy favorables, destacando aspectos técnicos de contaminación, tecnológico, materia prima y constructivo.
- Se concluye que los ladrillos con 20% de cemento tienen una resistencia a la compresión de 54kg/cm², una resistencia a flexión de 6.04 kg/cm², un alabeo de 1.0 mm en su largo, ancho y alto, una absorción de 9.5% y por último una variación dimensional mayor en su altura de 5.4 mm, clasificándose como un ladrillo Tipo I.
- Se concluye que los ladrillos con 30% de cemento tienen una resistencia a la compresión de 56kg/cm², una resistencia a flexión de 6.23 kg/cm², un alabeo de 1.0 mm en su largo, ancho y alto, una absorción de 19.8% y por último una mayor variación dimensional en su altura de 6.8 mm, clasificándose como un ladrillo Tipo I.
- Se concluye que los ladrillos con 40% de cemento tienen una resistencia a la compresión de 72kg/cm², una resistencia a flexión de 6.90 kg/cm², un alabeo de 1.1 mm en su largo, ancho y alto, una absorción de 21.9% y por último una mayor variación dimensional en su altura de 6.8 mm, clasificándose como un ladrillo Tipo II.
- Se concluye que el mejor ladrillo económicamente rentable es el ladrillo propuesto con 20% de cemento, teniendo propiedades superiores y mejor precio a las del mercado, estando dentro del alcance del bolsillo San Ignacio.

Recomendaciones

De la investigación presentada y habiendo hecho los análisis y evaluaciones correspondientes de los ladrillos sin cocción a base de arcilla y cemento en la localidad de San Ignacio, Cajamarca; se recomienda:

- Con respecto a la dar más tiempo de curado o hidratación a los ladrillos para una mejor adherencia de las partículas y a su vez mejorar las propiedades físico-químicas de los ladrillos.
- Se recomienda hacer un análisis correspondiente a las canteras de arcilla en la localidad de San Ignacio para poder hacer uso de una buena arcilla la cual ayudaría a mejorar las propiedades de los ladrillos y a su vez tener un mejor resultado en los ensayos planteados en la Norma E0.70.
- Con Respecto a la dosificación disminuir las cantidades de cemento, ya que los ladrillos propuestos demostraron tener un buen rendimiento sin la necesidad de agregar grandes cantidades de cemento.
- Se recomienda hacer uso de herramientas especializadas en medir cantidades para tener un mejor control al momento de dosificar los materiales.
- Se recomienda curar los ladrillos de manera que el agua solo se rociada para no afectar el producto final ya que si el agua es arrojada de manera desmedida puede afectar su acabado caravista desprendiendo el material del exterior, pudiendo incluso dañar gravemente el ladrillo.

Referencias

- [1] INEI, "INDICADORES DE PRECIOS DE LA ECONOMÍA", Lima, 2021.
- [2], [4] PRAL, "ESTUDIO DIAGNÓSTICO SOBRE LAS LADRILLERAS ARTESANALES EN EL PERÚ", PERU, 2010.
- [3] A. Cova Orozco et al., "Materioteca y sustentabilidad - Proyecto ladrilleras", Universidad Jesuita de Guadalajara, 2017.
- [5] Montoro, "Gestión Ambiental de la industria ladrillera en el distrito de Quilcas, Provincia de Huancayo.", Doctorado: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2013.
- [6] A. M. Tejada Arias, "Elaboración de un ladrillo alternativo sin cocción en Cajamarca". Cajamarca, 2013.
- [7] REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACION, "NORMA TÉCNICA E.070", Lima, 2021.
- [8] NORMA TÉCNICA PERUANA, "Unidades de Albañilería", Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual INDECOPI COMISION DE REGLAMENTOS TÉCNICOS Y COMERCIALES NORMA TÉCNICA PERUANA, Lima, 2015.
- [9] CONGRESO DE LA REPÚBLICA, "DECRETO LEGISLATIVO QUE APRUEBA LA LEY DE CREACIÓN, ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE", Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, Lima, 2021.
- [10] MAQUINAS FORZA [Online]. URL: <https://maquinasforza.com/ventajas-forza.html>
- [11] GALLEGOS VARGAS, HÉCTOR, Albañilería Estructural, editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 1991.
- [12] CIV, "EMISIONES DE CARBONO POR PARTE DE LA INDUSTRIA DEL CEMENTO VS CEMENTO VERDE", 2021.
- [13] M. Luján y D. Guzmán, "Diseño, Construcción y Evaluación de un Horno (MK3) para la Cocción de Ladrillos Artesanales", 2015.
- [14] L. Ramírez. "Animal Politico".
<https://www.animalpolitico.com/>. <https://www.animalpolitico.com/elsabueso/industria-electrica-energia-mexico-emisiones/>

Anexos

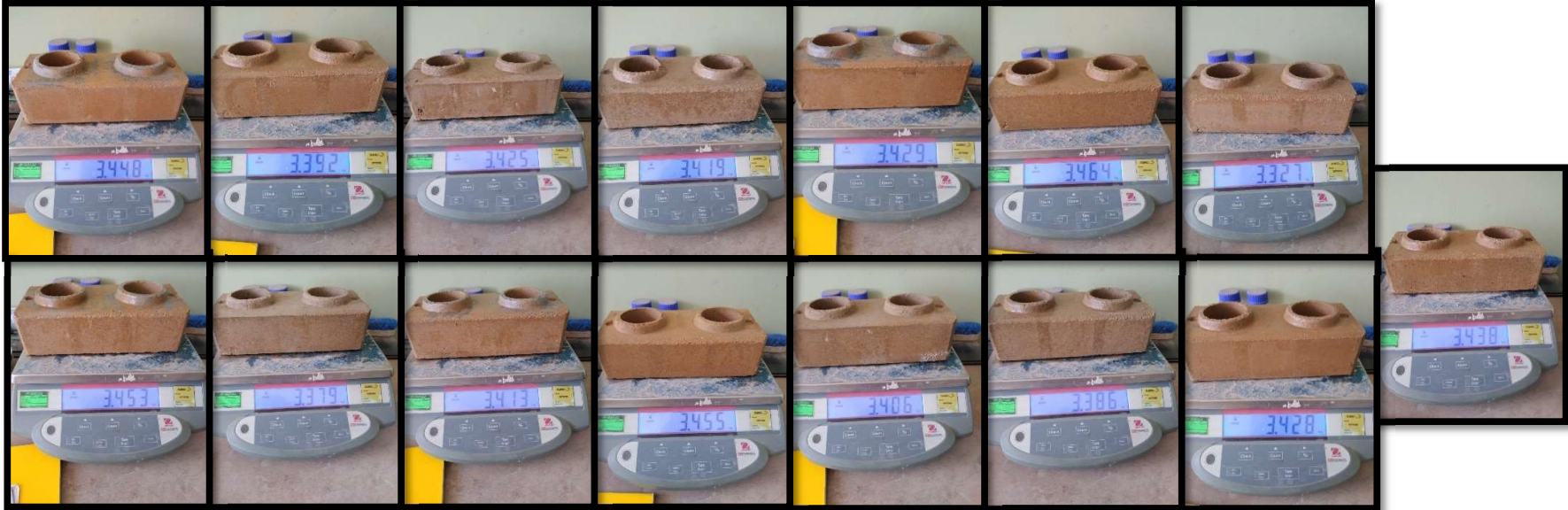
Anexo N°1: Fotografías de la elaboración de los ladrillos



Anexo N°2: Ensayando Ladrillos







Anexo N°3: Resultados de Ensayo de Resistencia a la Compresión

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
E.I.R.L.



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : VICTOR ANTHONY FLORES OBLITAS
Tesis : Análisis Técnico Y Económico De Ladrillos Sin Cocción Prensado A Base De Arcilla Y Cemento En La Provincia De San Ignacio, Cajamarca
Ubicación : San Ignacio, Cajamarca
Fecha : Chiclayo, 24 de Mayo del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	314	17552	51
02	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	313	19719	58
03	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	313	19841	58
04	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	314	19881	58
05	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	314	15616	46
Promedio				54

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- Rue: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Rue: 0.92 x R mu)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 30/03/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 147898


LMSCEACH E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
JORGE ARÍBAL TOMAPASCA BANTA.
T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo. Teléf.:
074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC:
20561193372.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
E.I.R.L.



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : VICTOR ANTHONY FLORES OBLITAS
Tesis : Análisis Técnico Y Económico De Ladrillos Sin Cocción Prensado A Base De Arcilla Y Cemento En La Provincia De San Ignacio, Cajamarca
Ubicación : San Ignacio, Cajamarca
Fecha : Chiclayo, 24 de Mayo del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	312	19442	57
02	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	312	19383	57
03	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	312	19854	58
04	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	312	18375	53
05	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	313	18608	54
Promedio				56

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- R_{ue}: Resistencia a la compresión en unidad entera. (R_{ue}: 0.92 x R_{mu})

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 30/03/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 147898


LMSCEACH E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
JORGE ANIBAL TOMAPASCA BANTA.
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo. Teléf.:
074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC:
20561193372.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
E.I.R.L.



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : VICTOR ANTHONY FLORES OBLITAS
Tesis : Análisis Técnico Y Económico De Ladrillos Sin Cocción Prensado A Base De Arcilla Y Cemento En La Provincia De San Ignacio, Cajamarca
Ubicación : San Ignacio, Cajamarca
Fecha : Chiclayo, 24 de Mayo del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.813 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	LADRILLO 40% DE CEMENTO +60% DE ARCILLA	314	27729	81
02	LADRILLO 40% DE CEMENTO +60% DE ARCILLA	313	24456	71
03	LADRILLO 40% DE CEMENTO +60% DE ARCILLA	313	22541	66
04	LADRILLO 40% DE CEMENTO +60% DE ARCILLA	313	23568	69
05	LADRILLO 40% DE CEMENTO +60% DE ARCILLA	312	24439	71
Promedio				72

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- R_{ue}: Resistencia a la compresión en unidad entera. (R_{ue}: 0.92 x R_{mu})

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 30/03/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 147898


LMSCEACH
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
JORGE ANIBAL TOMAPASCA BARTA.
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo. Teléf.:
074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC:
20561193372.

Anexo N°4: Resultados de Ensayo de Resistencia a la Flexión

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



Tesista : VICTOR ANTHONY FLORES OBLITAS
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)
 Obra : "Análisis Técnico Y Económico De Ladrillos Sin Cocción Prensado A Base De Arcilla Y Cemento En La Provincia De San Ignacio, Cajamarca"
 Lugar : San Ignacio, Cajamarca

Norma : ITINTEC 331.017
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Módulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga Axial (kg)	Area Bruta (cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	26/04/2022	24/05/2022	1912.187	314	6.09	6.04
02	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	26/04/2022	24/05/2022	1822.552	313	5.82	
03	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	26/04/2022	24/05/2022	1995.111	313	6.37	
04	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	26/04/2022	24/05/2022	1988.133	314	6.33	
05	LADRILLO 20% DE CEMENTO + 80% DE ARCILLA	26/04/2022	24/05/2022	1755.121	314	5.59	
06	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	26/04/2022	24/05/2022	1899.874	312	6.09	6.23
07	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	26/04/2022	24/05/2022	2060.152	312	6.60	
08	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	26/04/2022	24/05/2022	1917.154	312	6.14	
09	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	26/04/2022	24/05/2022	1875.861	312	6.01	
10	LADRILLO 30% DE CEMENTO + 70% DE ARCILLA	26/04/2022	24/05/2022	1974.225	313	6.31	6.90
11	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	26/04/2022	24/05/2022	2157.141	314	6.87	
12	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	26/04/2022	24/05/2022	2178.335	313	6.96	
13	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	26/04/2022	24/05/2022	2193.546	313	7.01	
14	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	26/04/2022	24/05/2022	2095.814	313	6.70	
15	LADRILLO 40% DE CEMENTO + 60% DE ARCILLA	26/04/2022	24/05/2022	2178.114	312	6.98	


 DESIGNER MANUEL BERRIOS MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 147898


 LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

Anexo N°5: Resultados de Ensayo de Alabeo

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : VICTOR ANTHONY FLORES OBLITAS
 Tesis : Análisis Técnico Y Económico De Ladrillos Sin Cocción Prensado A Base De Arcilla Y Cemento En La Provincia De San Ignacio, Cajamarca
 Ubicación : San Ignacio, Cajamarca
 Fecha : Chiclayo, 24 de Mayo del 2022

ENSAYO : UNIDADES: Método de ensayo para el Alabeo
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 395.613 : 2005

ALABEO EN LADRILLOS							
LADRILLO KING KONG TIPO IV							
N° DE LADRILLOS	TIPO	LADO IZQ. (mm)	CENTRO (mm)	LADO DER. (mm)	ALABEO	PROMEDIO (mm)	OBSERVACIÓN
M - 1	20% + 80% de Arcilla	1.05	1.15	1.00	(CONCAVIDAD)	1.1	Presenta Alabeo
M - 2	20% + 80% de Arcilla	0.95	1.05	1.00	(CONCAVIDAD)	1.0	Presenta Alabeo
M - 3	20% + 80% de Arcilla	0.96	1.04	1.00	(CONCAVIDAD)	1.0	Presenta Alabeo
M - 4	20% + 80% de Arcilla	0.98	1.15	1.04	(CONCAVIDAD)	1.1	Presenta Alabeo
M - 5	20% + 80% de Arcilla	0.97	1.19	1.01	(CONCAVIDAD)	1.1	Presenta Alabeo
PROMEDIO		1.0	1.1	1.0			
RESULTADO FINAL ALABEO DE LADRILLO				1.0			

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 RESGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147890


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS
 JORGE ARIVAL TOMAPASCA PARTA
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : VICTOR ANTHONY FLORES OBLITAS
 Tesis : Análisis Técnico Y Económico De Ladrillos Sin Cocción Prensado A Base De Arcilla Y Cemento En La Provincia De San Ignacio, Cajamarca
 Ubicación : San Ignacio, Cajamarca
 Fecha : Chiclayo, 24 de Mayo del 2022

ENSAYO : UNIDADES: Método de ensayo para el Alabeo
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

ALABEO EN LADRILLOS							
LADRILLO KING KONG TIPO IV							
Nº DE LADRILLOS	TIPO	LADO IZQ.	CENTRO	LADO DER.	ALABEO	PROMEDIO	OBSERVACIÓN
		(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	
M - 1	30% + 70% de Arcilla	1.10	1.05	1.00	(CONCAVIDAD)	1.1	Presenta Alabeo
M - 2	30% + 70% de Arcilla	0.98	1.10	1.00	(CONCAVIDAD)	1.0	Presenta Alabeo
M - 3	30% + 70% de Arcilla	0.96	1.14	1.00	(CONCAVIDAD)	1.0	Presenta Alabeo
M - 4	30% + 70% de Arcilla	0.95	1.05	1.00	(CONCAVIDAD)	1.0	Presenta Alabeo
M - 5	30% + 70% de Arcilla	0.94	1.10	1.00	(CONCAVIDAD)	1.0	Presenta Alabeo
PROMEDIO		1.0	1.1	1.0			
RESULTADO FINAL ALABEO DE LADRILLO			1.0				

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 RESNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147899


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
 JORGE ARRIAL COMAPASCA PARTA
 TÉS. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : VICTOR ANTHONY FLORES OBLITAS
 Tesis : Análisis Técnico Y Económico De Ladrillos Sin Cocción Prensado A Base De Arcilla Y Cemento En La Provincia De San Ignacio, Cajamarca
 Ubicación : San Ignacio, Cajamarca
 Fecha : Chiclayo, 24 de Mayo del 2022

ENSAYO : UNIDADES: Método de ensayo para el Alabeo
 REFERENCIA : NORMA N.T.F. 399.613 : 2005

ALABEO EN LADRILLOS							
LADRILLO KING KONG TIPO IV							
N° DE LADRILLOS	TIPO	LADO IZQ.	CENTRO	LADO DER.	ALABEO	PROMEDIO	OBSERVACIÓN
		(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	
M - 1	40% + 60% de Arcilla	1.10	1.20	1.00	(CONCAVIDAD)	1.1	Presenta Alabeo
M - 2	40% + 60% de Arcilla	0.90	1.10	1.00	(CONCAVIDAD)	1.0	Presenta Alabeo
M - 3	40% + 60% de Arcilla	0.90	1.00	1.00	(CONCAVIDAD)	1.0	Presenta Alabeo
M - 4	40% + 60% de Arcilla	0.90	1.20	1.10	(CONCAVIDAD)	1.1	Presenta Alabeo
M - 5	40% + 60% de Arcilla	0.90	1.20	1.10	(CONCAVIDAD)	1.1	Presenta Alabeo
PROMEDIO		1.0	1.1	1.1			
RESULTADO FINAL ALABEO DE LADRILLO		1.1					

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 DESONER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898


LMSCEACH
 S.A.S.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
 JORGE AMIRAL TOMAPASCA PARRA
 T.E. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Anexo N°6: Resultados de Ensayo de Absorción

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : VICTOR ANTHONY FLORES OBLITAS
 Tesis : Análisis Técnico Y Económico De Ladrillos Sin Cocción Prensado A Base De Arcilla Y Cemento En La Provincia De San Ignacio, Cajamarca
 Ubicación : San Ignacio, Cajamarca
 Fecha : Chiclayo, 24 de Mayo del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	20% de Cemento + 80% de Arcilla	3455	3169	9.0
02	20% de Cemento + 80% de Arcilla	3429	3095	10.8
03	20% de Cemento + 80% de Arcilla	3448	3188	8.2
04	20% de Cemento + 80% de Arcilla	3453	3144	9.8
05	20% de Cemento + 80% de Arcilla	3413	3116	9.5

Promedio : **9.5**

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA BANTA.
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo.
 Telef.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC:
 20561193372.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
E.I.R.L.



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : VICTOR ANTHONY FLORES OBLITAS
Tesis : Análisis Técnico Y Económico De Ladrillos Sin Cocción Prensado A Base De Arcilla Y Cemento En La Provincia De San Ignacio, Cajamarca
Ubicación : San Ignacio, Cajamarca
Fecha : Chiclayo, 24 de Mayo del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	30% de Cemento + 70% de Arcilla	3464	3038	14.0
02	30% de Cemento + 70% de Arcilla	3327	2750	21.0
03	30% de Cemento + 70% de Arcilla	3428	2854	20.1
04	30% de Cemento + 70% de Arcilla	3438	2844	20.9
05	30% de Cemento + 70% de Arcilla	3392	2761	22.9

Promedio : 19.8

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 147898


LMSCEACH
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA
T.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo.
Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC:
20561193372.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
E.I.R.L.



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : VICTOR ANTHONY FLORES OBLITAS
Tesis : Análisis Técnico Y Económico De Ladrillos Sin Cocción Prensado A Base De Arcilla Y Cemento En La Provincia De San Ignacio, Cajamarca
Ubicación : San Ignacio, Cajamarca
Fecha : Chiclayo, 24 de Mayo del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	40% de Cemento + 60% de Arcilla	3406	2689	26.7
02	40% de Cemento + 60% de Arcilla	3386	2782	21.7
03	40% de Cemento + 60% de Arcilla	3379	2885	17.1
04	40% de Cemento + 60% de Arcilla	3425	2843	20.5
05	40% de Cemento + 60% de Arcilla	3419	2774	23.3

Promedio : 21.9

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

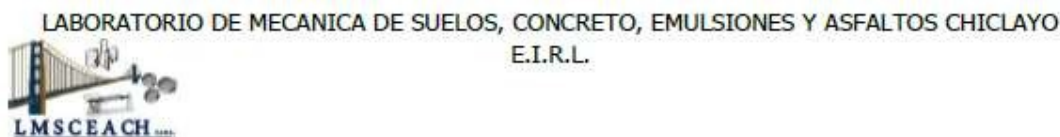
- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 147898


LMSCEACH
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO
JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo.
Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC:
20561193372.

Anexo N°7: Resultados de Ensayo de Variación Dimensional



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : VICTOR ANTHONY FLORES OBLITAS
 Tesis : Análisis Técnico Y Económico De Ladrillos Sin Cocción Prensado A Base De Arcilla Y Cemento En La Provincia De San Ignacio, Cajamarca
 Ubicación : San Ignacio, Cajamarca
 Fecha : Chiclayo, 24 de Mayo del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabrica LADRILLOS LARK

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	20% de Cemento + 80% de Arcilla	251.00	125.30	73.70
02		251.20	124.80	74.50
03		250.50	125.00	74.40
04		250.20	125.30	75.20
05		250.40	125.40	75.40
PROMEDIO		250.66	125.16	74.64
C.V.		0.26%	0.13%	6.70%

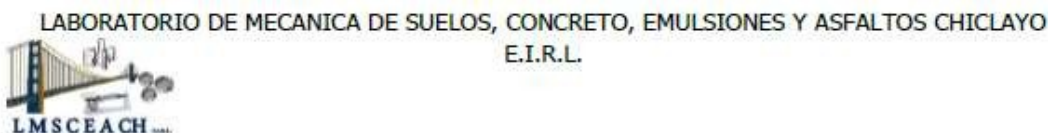
OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 05 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898


JORGE ARRIBAL TOMAPASCA BANTA
 T.S.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372.



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : VICTOR ANTHONY FLORES OBLITAS
 Tesis : Análisis Técnico Y Económico De Ladrillos Sin Cocción Prensado A Base De Arcilla Y Cemento En La Provincia De San Ignacio, Cajamarca
 Ubicación : San Ignacio, Cajamarca
 Fecha : Chiclayo, 24 de Mayo del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
 FRECUENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabrica LADRILLOS LARK

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	30% de Cemento + 70% de Arcilla	250.50	124.70	73.90
02		250.00	124.70	72.90
03		250.60	124.40	71.40
04		250.30	124.60	73.00
05		250.00	125.00	74.70
PROMEDIO		250.22	124.68	73.18
C.V.		0.09%	0.26%	8.52%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 05 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS CHICLAYO
 JORGE ATIBAL TOMAFASCA BANTA
 TÍT. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo. Teléf.:
 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372.

(Pág. 01 de 01)

Solicitante : VICTOR ANTHONY FLORES OBLITAS
Tesis : Análisis Técnico Y Económico De Ladrillos Sin Cocción Prensado A Base De Arcilla Y Cemento En La Provincia De San Ignacio, Cajamarca
Ubicación : San Ignacio, Cajamarca
Fecha : Chiclayo, 24 de Mayo del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 390.613 : 2005

Fabrica LADRILLOS LARK

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	40% de Cemento + 60% de Arcilla	250.90	125.05	72.30
02		250.10	124.60	73.50
03		251.00	124.90	73.90
04		250.00	124.90	73.00
05		250.00	124.90	73.30
PROMEDIO		250.40	124.87	73.20
C.V.		0.16%	0.10%	8.50%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 05 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 147898



LMSCEACH E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO

JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS