

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



**ELABORACIÓN DE LADRILLOS CERÁMICOS ARTESANALES
UTILIZANDO LODOS SEDIMENTADOS GENERADOS EN LAS
LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE EPSEL DE SAN JOSÉ –
LAMBAYEQUE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE
TABIQUERÍA - 2019**

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

AUTOR

ANDERLY JEAN POOL LOZANO OLAYA

ASESOR

SEGUNDO GUILLERMO CARRANZA CIEZA

<https://orcid.org/0000-0001-9321-2501>

Chiclayo, 2021

**ELABORACIÓN DE LADRILLOS CERÁMICOS
ARTESANALES UTILIZANDO LODOS SEDIMENTADOS
GENERADOS EN LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE
EPSEL DE SAN JOSÉ – LAMBAYEQUE PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE TABIQUERÍA - 2019**

PRESENTADA POR:

ANDERLY JEAN POOL LOZANO OLAYA

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

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Carlos Rafael Tafur Jimenez

PRESIDENTE

Héctor Augusto Gamarra Uceda

SECRETARIO

Segundo Guillermo Carranza Cieza

VOCAL

DEDICATORIA

La presente Tesis la dedico...

A mis padres; José Walter y Jesús del Carmen; porque ellos siempre están conmigo, dándome sus consejos, su apoyo incondicional y valores para lograr hacer de mí cada día una mejor persona.

A mi hermano; Anthony y a mis abuelos; Dilmar y Juanita; por sus palabras, compañía y el apoyo que siempre me brindan.

A mis Abuelos; Aniano y Anita; aunque ya no se encuentren entre nosotros; sé que desde el cielo siempre me están cuidando y guiando mi camino para que todo salga bien.

A todas aquellas personas, amigos y compañeros que de una u otra manera han estado conmigo a lo largo de mi camino y han contribuido para lograr mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a Dios por la vida y salud de mis padres, por su bendición de nuevas oportunidades en el día a día para estar y disfrutar junto a las personas que más amo y que también ellos me aman. Ellos son el principal motor de mis sueños, porque día a día confían, creen y me apoyan en todas mis expectativas.

Gracias a mi adorada madre por estar siempre conmigo y estar dispuesta a acompañarme cada largo y agotador día de estudio; darle gracias a mi padre por siempre anhelar y desear lo mejor para mí, agradecido por cada uno de sus consejos y por cada palabra, que siempre supieron guiarme durante mi vida.

A mis formadores, docentes de gran sabiduría por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro. A mis asesores que con cada asesoría recibida durante el proceso de la realización de mi tesis siempre me dieron su apoyo y grandes ideas para poder desarrollarlo.

Agradezco a las autoridades de la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque Epsel S.A. quienes me ayudaron y permitieron tomar muestras para poder realizar mis ensayos del presente trabajo, en especial al Ing. Miguel Fanzo Niquen; quien me brindo todo su apoyo para estos procesos.

Agradecido con la vida por esta nueva experiencia, este gran triunfo y muy agradecido también con todas aquellas personas que creyeron en mí y me apoyaron en la ejecución de esta tesis.

ÍNDICE

RESUMEN.....	17
ABSTRACT.....	18
I. INTRODUCCIÓN	19
II. MARCO TEÓRICO	24
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	24
2.2 BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS.....	27
2.2.1 NORMAS DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (2006). NORMA E.070, ALBAÑILERÍA.....	27
2.2.2 ASPECTO LEGAL PARA LA DISPOSICIÓN DE LODOS.....	28
2.2.2.1 LEY GENERAL DE SALUD - LEY N° 26842 (20/07/1997)	28
2.2.2.2 LEY DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS - LEY N° 27314 (21/12/2017)	28
2.2.2.3 LEY GENERAL DEL AMBIENTE - LEY N° 28611 (15/10/2005).....	29
2.2.2.4 LEY DE RECURSOS HÍDRICOS - LEY N° 29338 (31/03/2009)	29
2.2.3 NORMAS TÉCNICAS PERUANAS.....	30
2.2.3.1 NTP 331.017:1978 (LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA).....	30
2.2.3.2 NTP 399.613:2005 (MÉTODO DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA)	30
2.2.4 COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA.....	30
2.2.4.1 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA:.....	30
2.2.5 SISTEMA DE TRATAMIENTO EN LA PTAR DE SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE	47
2.2.5.1 SISTEMA DE TRATAMIENTOS	47
2.2.5.2 PARÁMETROS DE CONTROL EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	49

2.2.5.3	LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.....	51
2.2.6	LODOS PRODUCIDOS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS.....	52
2.2.6.1	DEFINICIÓN	52
2.2.6.2	LODOS DE AGUA RESIDUAL EN LAMBAYEQUE.....	52
2.2.6.3	POSIBLES DESTINOS DE LOS LODOS.....	53
2.2.7	LADRILLERA ARTESANAL EN JOSÉ LEONARDO ORTIZ SELECCIONADA PARA ESTE PROYECTO	54
2.2.7.1	LADRILLERA ARTESANAL EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ.....	54
2.2.8	ENSAYOS DE SUELOS	62
2.2.8.1	NTP 339.131:1999 (ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO)	62
2.2.8.2	NTP 339.127:1998 (ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO)	63
2.2.8.3	NTP 339.128:1999 (ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO)..	65
2.2.8.4	NTP 339.129: 1999 (ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS).....	66
2.2.8.5	NTP 339.134: 1999 (MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA - SUCS).....	69
2.2.9	ENSAYOS A LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	71
2.2.9.1	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'_{cb}).....	71
2.2.9.2	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN O MÓDULO DE ROTURA (f'_{Tb}).....	72
2.2.9.3	ABSORCIÓN	73
2.2.9.4	SUCCIÓN.....	74
2.2.9.5	EFLORESCENCIA.....	75
2.2.9.6	PESO POR UNIDAD DE ÁREA.....	76
2.2.9.7	ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL.....	76
III.	METODOLOGÍA	77
3.1	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	77

3.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	77
3.2.1	HIPÓTESIS.....	77
3.2.2	DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	78
3.3	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	78
3.4	CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	79
3.5	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	81
3.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	82
3.7	PROCEDIMIENTOS	83
3.7.1	MATERIALES.....	83
3.7.2	DISEÑO DE MEZCLAS PARA UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	92
3.7.3	ELABORACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ARTESANAL	98
3.7.4	EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE QUE LOS LADRILLOS SE ENCUENTRAN LIBRES DE BACTERIAS PATÓGENAS	117
3.8	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	120
3.9	CONSIDERACIONES ÉTICAS	122
3.10	MATRIZ DE CONSISTENCIA	123
IV.	RESULTADOS	124
4.1	CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA ELABORACIÓN DE LOS LADRILLOS ARTESANALES.....	124
4.2	PROPIEDADES FÍSICAS DEL LADRILLO DE ARCILLA TRADICIONAL (COMÚN)	125
4.3	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO DE ARCILLA TRADICIONAL (COMÚN)	129
4.4	PROPIEDADES FÍSICAS DEL LADRILLO DE ARCILLA (PATRÓN) CON INCORPORACIÓN DE LODOS SECOS DE AGUA RESIDUAL	130
4.5	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO DE ARCILLA (PATRÓN) CON INCORPORACIÓN DE LODOS SECOS DE AGUA RESIDUAL	141
V.	DISCUSIÓN.....	149
5.1	MATERIALES A ANALIZAR	149
5.2	MÉTODO DE MEZCLADO.....	151

5.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	151
5.4	COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON ANTECEDENTES	154
VI.	ANÁLISIS, COSTOS Y PRESUPUESTO DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN.....	156
6.1	METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA RENTABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO.....	163
VII.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	172
7.1	RESUMEN EJECUTIVO	172
7.2	DATOS GENERALES DE EVALUACIÓN	173
7.3	GENERALIDADES	174
7.4	MARCO LEGAL Y ADMINISTRATIVO.....	175
7.5	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	180
7.6	ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	189
7.7	LÍNEA BASE AMBIENTAL (LBA)	199
7.8	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES	227
7.9	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	232
7.10	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)	237
VIII.	CONCLUSIONES	259
IX.	RECOMENDACIONES	261
X.	REFERENCIAS.....	262
XI.	ANEXOS.....	264

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros de control de Calidad en el tratamiento de Aguas Residuales	50
Tabla 2 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos	51
Tabla 3 Composición característica de los lodos urbanos	53
Tabla 4 Distribución de productores ladrilleros en Lambayeque	56
Tabla 5 Características dimensionales del ladrillo que fabrican en la ladrillera seleccionada.	61
Tabla 6 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales	72
Tabla 7 Valores Mínimos de Módulos de Rotura	73
Tabla 8 Intensidad de la Superficie afectada por eflorescencia.....	76
Tabla 9 Identificación de muestras a utilizar	79
Tabla 10 Número total de muestras para los ensayos.....	80
Tabla 11 Operacionalización de variables	81
Tabla 12 Instrumentos utilizados	82
Tabla 13 Composición Química de los Lodos secos de Agua Residual – PTAR de San José - Lambayeque	87
Tabla 14 Composición Química del Suelo arcilloso del Sector el Carrizo - Lambayeque.....	90
Tabla 15 Dosificación de Materiales Empleados en peso para elaborar 180 ladrillos de arcilla	94
Tabla 16 Dosificación de Materiales Empleados en volumen para elaborar 180 ladrillos de arcilla.....	94
Tabla 17 Dosificación de Materiales Empleados en peso para elaborar 10 vigas de arcilla....	96
Tabla 18 Dosificación de Materiales Empleados en volumen para elaborar 10 vigas de arcilla	96
Tabla 19 Resumen de la Dosificación de Materiales Empleados en esta investigación en Peso	97
Tabla 20 Resumen de la Dosificación de Materiales Empleados en esta investigación en Volumen	97
Tabla 21 Intervalos de Temperatura típicos para algunas bacterias	118

Tabla 22 Clasificación de los microorganismos en función de su temperatura óptima de crecimiento.....	119
Tabla 23 Matriz de Consistencia	123
Tabla 24 Resultados de la Clasificación de los materiales	124
Tabla 25 Resultados de Variación Dimensional	130
Tabla 26 Resultados de Alabeo de las unidades con incorporación de Lodos	132
Tabla 27 Resultados de Absorción de las unidades con incorporación de Lodos.....	134
Tabla 28 Resultados de Succión de las unidades con incorporación de Lodos	137
Tabla 29 Resultados de Peso por Unidad de Volumen de las unidades con incorporación de Lodos.....	140
Tabla 30 Resultados de Compresión de las unidades con incorporación de Lodos.....	141
Tabla 31 Resultados de Tracción por Flexión de las Vigas con incorporación de Lodos.....	145
Tabla 32 Costos de Producción de Ladrillos de Arcilla	156
Tabla 33 Presupuesto para elaborar 1 Millar de Ladrillos de Arcilla	158
Tabla 34 Costos de Producción de Ladrillos de Arcilla con Incorporación de Lodos	159
Tabla 35 Presupuesto para elaborar 1 Millar de Ladrillos de Arcilla con Incorporación de Lodos.....	161
Tabla 36 Rentabilidad Económica, Técnica y Ambiental.....	162
Tabla 37 Dimensiones del ladrillo que fabrican en la ladrillera seleccionada.....	163
Tabla 38 Inversión proyectada (Planilla de Presupuestos y Costos para una producción de 18 millares de ladrillos)	165
Tabla 39 Ingresos derivados de la venta de ladrillos macizos artesanales con incorporación de Lodos secos de Agua Residual	166
Tabla 40 Flujo de efectivo neto (FEN) del proyecto	167
Tabla 41 Resultados de los indicadores de rentabilidad.	168
Tabla 42 Nombre del Proponente	173
Tabla 43 Nombre del Proponente	173
Tabla 44 Datos históricos del tiempo San José.....	203
Tabla 45 Nivel Freático en la Ciudad de Chiclayo.....	211

Tabla 46 Población en Ciudad de Dios - 2017.....	221
Tabla 47 Población Económicamente Activa de San José.....	222
Tabla 48 Población 2017.....	224
Tabla 49 Población Económicamente Activa de José Leonardo Ortiz	224
Tabla 50 Infraestructura de Salud.....	225
Tabla 51 Matriz de Leopold	233
Tabla 52 Agresividad de las actividades en la producción de ladrillos artesanales	235
Tabla 53 Fragilidad de los factores ambientales en la producción de ladrillos artesanales ...	236
Tabla 54 Parámetros, Métodos y Equipos para medir la Calidad del Aire.....	249
Tabla 55 Parámetros Meteorológicos.....	250
Tabla 56 Estándares referenciales de calidad de aire en el subsector ladrillero artesanal	250
Tabla 57 Parámetros, Métodos y Equipos para medir gases en la chimenea	251
Tabla 58 Límites referenciales para emisiones gaseosas en el subsector ladrillero artesanal	251
Tabla 59 Límites Máximos para el Monitoreo de Suelos Orgánicos e Inorgánicos.....	252
Tabla 60 ECA Conservación del Medio Acuático	254

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ladrillo.....	31
Figura 2 Bloque.....	31
Figura 3 Molienda de la materia prima	33
Figura 4 Mezclado de la materia prima	34
Figura 5 Mezcla en reposo durante un día.....	34
Figura 6 Moldes para ladrillo artesanal (23 x 13 x 9 cm).....	35
Figura 7 Moldeado de la mezcla.....	35
Figura 8 Secado de ladrillos artesanales.....	36
Figura 9 Horno artesanal.....	37
Figura 10 Proceso de fabricación de unidades de arcilla	38
Figura 11 Bloques artesanales de concreto.....	39
Figura 12 Ponedora Portátil de Ladrillos.....	40
Figura 13 Proceso de fabricación de unidades de concreto	41
Figura 14 Unidad sílico – calcáreas con estrías	42
Figura 15 Proceso de fabricación de unidades de sílice.cal	43
Figura 16 Placas P-7, P-10, P-12 y P-14.	44
Figura 17 Ladrillo Artesanal	45
Figura 18 Ladrillo hueco.....	45
Figura 19 Unidades Alveolares	46
Figura 20 Ladrillo Pandereta.....	47
Figura 21 Sistema de tratamiento de desagüe de Chiclayo mediante lagunas de estabilización de la empresa EPSEL S.A.	49
Figura 22 Esquema a través de un corte transversal de la laguna de estabilización.....	52
Figura 23 Localización de la ladrillera artesanal.....	54
Figura 24 Ladrillera artesanal.....	55

Figura 25 Horno artesanal de la ladrillera seleccionada	57
Figura 26 Forma especial de ubicación de los ladrillos para la cocción	58
Figura 27 Diagrama del proceso productivo en horno de 26 millares	59
Figura 28 Ladrillos artesanal Macizo	61
Figura 29 Vista Satelital de la ubicación de la PTAR - San José	83
Figura 30 Laguna de lodos donde están almacenado los lodos actualmente para su total deshidratación.	84
Figura 31 Laguna de lodos Secos	84
Figura 32 Recojo de Lodos (Apoyo del personal de Epsel S.A.)	85
Figura 33 Acondicionamiento de Lodos para su deshidratación	85
Figura 34 Deshidratación de Lodos	86
Figura 35 Molienda de Lodos secos de Agua Residual	86
Figura 36 Tamizado de Lodos secos – Malla N° 10.....	87
Figura 37 Suelo arcilloso que se usa en la elaboración de los ladrillos	89
Figura 38 Molienda de suelo arcilloso manualmente	89
Figura 39 Arena negra fina que se usa en la elaboración de los ladrillos.....	91
Figura 40 Molienda de la materia prima	98
Figura 41 Mezclado de la materia prima	99
Figura 42 Mezcla en reposo durante un día	99
Figura 43 Molde para ladrillo artesanal tradicional (23 x 13 x 9 cm).....	100
Figura 44 Molde para ladrillo artesanal – Ladrillo Patrón (24 x 15 x 10 cm)	100
Figura 45 Molde para viga artesanal (50 x 15 x 15 cm)	101
Figura 46 Moldeado de la mezcla.....	101
Figura 47 Secado natural de ladrillos artesanales	102
Figura 48 Secado natural de vigas artesanales	103
Figura 49 Rotura de vigas en las mezcla tradicional, común (67% Suelo arcilloso - 33% Arena negra fina)	103

Figura 50 Rotura de viga en la mezcla mejorada, patrón (70% Suelo arcilloso - 30% Arena negra fina).....	104
Figura 51 Horno artesanal	105
Figura 52 Combustible para el quemado de los ladrillos (Cascarilla de arroz)	106
Figura 53 Ubicación especial de los ladrillos en el horno	106
Figura 54 Quemado de ladrillos en el horno.....	107
Figura 55 Vista superior del horno artesanal durante la quema de los ladrillos	107
Figura 56 Termómetro de varilla de vidrio con funda de protección	109
Figura 57 Termómetro listo para ingresar al horno.....	109
Figura 58 Termómetro en el interior del horno entre 3 y 8 minutos.....	110
Figura 59 Termómetro de vidrio fundido por la alta temperatura del horno	110
Figura 60 Termómetro de acero inoxidable para horno casero	111
Figura 61 Termómetro listo para ingresar al horno.....	111
Figura 62 Termómetro en el interior del horno entre 3 y 8 minutos.....	112
Figura 63 Termómetro indicando 200 °C a un día de apagado del horno.....	112
Figura 64 Descarga de Ladrillos de arcilla Artesanales.....	113
Figura 65 Ladrillos de Arcilla con Incorporación de Lodos	113
Figura 66 Ladrillos de arcilla listos para ensayar	114
Figura 67 Descarga de Vigas de Arcilla con Incorporación de Lodos.....	114
Figura 68 Vigas listas para ensayar en el laboratorio	115
Figura 69 Ladrillos crudos después de una hornada.....	116
Figura 70 Merma después de una hornada (1)	116
Figura 71 Merma residual después de una hornada (2)	117
Figura 72 Mapa del Departamento de Lambayeque.....	181
Figura 73 Mapa de la Provincia de Chiclayo.....	181
Figura 74 Vista Satelital de la ubicación de la PTAR - San José.....	182
Figura 75 Laguna de lodos donde están almacenado los lodos actualmente para su total deshidratación.	183

Figura 76 Laguna de lodos Secos	183
Figura 77 Área de Terreno usado para fabricar ladrillos en el año 2019	184
Figura 78 Mapa de Ubicación – Instalaciones USAT	185
Figura 79 Mapa de Ubicación – Laboratorio de Ingeniería USAT	185
Figura 80 Localización de la ladrillera artesanal.....	186
Figura 81 Diagrama de Flujo para la actividad ladrillera	187
Figura 82 Horno artesanal de la ladrillera seleccionada	188
Figura 83 Ubicación de planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) San José	190
Figura 84 Vista Satelital de la ubicación de la PTAR - San José.....	191
Figura 85 Laguna de lodos donde están almacenado los lodos actualmente para su remoción de líquidos.....	191
Figura 86 Laguna de lodos (1).....	192
Figura 87 Laguna de lodos (2).....	192
Figura 88 Laguna de lodos (3).....	193
Figura 89 Viviendas aledañas a las lagunas de Estabilización y laguna de acumulación de lodos	193
Figura 90 Entorno respecto a la PTAR de San José – Ciudad de Dios – San José - Lambayeque	194
Figura 91 Viviendas aledañas al horno artesanal	195
Figura 92 Entorno respecto al horno artesanal – Urbanización San José Obrero – José Leonardo Ortiz - Chiclayo.....	196
Figura 93 La región Lambayeque conectada por la carretera Fernando Belaunde Terry	197
Figura 94 Residuos generados después de la quema de ladrillos	198
Figura 95 Mapa Político – Distritos Costa lambayecana dentro de la Cuenca Chancay Lambayeque: ubicación distrito de San José	200
Figura 96 Ubicación de planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) San José	201
Figura 97 Climograma San José	202
Figura 98 Diagrama de temperatura San José.....	203
Figura 99 Mapa de la División Política de la Provincia de Chiclayo	206

Figura 100 Localización de la ladrillera artesanal.....	207
Figura 101 Climograma Chiclayo – José Leonardo Ortiz	208
Figura 102 Diagrama de temperatura Chiclayo – José Leonardo Ortiz	209
Figura 103 Algarrobo.....	212
Figura 104 Molle	213
Figura 105 Porotillo.....	214
Figura 106 Palmeras	215
Figura 107 Ceibo	216
Figura 108 Gaviotas.....	217
Figura 109 Tortola.....	218
Figura 110 Gallinazo	219
Figura 111 Triguero de Pecho Rojo.....	220
Figura 112 Laguna de Lodos para su estabilización.....	228
Figura 113 Contaminación del aire causada por la cocción del ladrillo en los hornos (1)	228
Figura 114 Contaminación del aire causada por la cocción del ladrillo en los hornos (2)	229
Figura 115 Pozo o noria con profundidad aproximada de 3.50 m.....	229
Figura 116 Acumulación de materia prima en zona de producción	230
Figura 117 Ref. Proceso de explotación de la materia prima para la fabricación del ladrillo	231
Figura 118 Unidades apiladas listas para quemar, resultado de moldear la mezcla de materiales.	231

RESUMEN

En la presente tesis denominado Elaboración de ladrillos cerámicos artesanales utilizando lodos sedimentados generados en las lagunas de estabilización de Epsel de San José – Lambayeque para la construcción de muros de tabiquería - 2019; fue desarrollado con el fin de plantear una alternativa de unidad de albañilería artesanal para mitigar el impacto ambiental que generan los lodos al no tener un aprovechamiento y tuvo por objetivo general elaborar ladrillos cerámicos artesanales utilizando lodos sedimentados generados en las lagunas de estabilización de Epsel de San José - Lambayeque para la construcción de muros de tabiquería, evaluando y considerando su aporte en el ámbito técnico, económico y ambiental. Iniciando se obtuvo las materias primas y se determinó sus propiedades físico-químicas. Posteriormente se realizó un diseño de mezclas óptimo para la muestra patrón. A continuación se procedió a elaborar las unidades de albañilería artesanal con lodos secos de agua residual incorporando desde un (2.5, 5, 7.5, 10, 15, 20 y 25 %) en peso de las mezclas a fin de identificar la mejor respuesta frente a las pruebas físicas – mecánicas. Para el ladrillo con incorporación de lodos óptimo se logró determinar los siguientes valores: un peso de 4.143 kg, absorción de 19.38%, una resistencia a la compresión de 57.97 kg/cm² y 8.28 kg/cm² de flexión. Respecto al ladrillo patrón se obtuvo los siguientes valores: un peso de 4.231 kg, 17.61% de absorción, una resistencia a la compresión de 56.45 kg/cm² y flexión de 6.59 kg/cm². Con estos resultados se concluyó que las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos con incorporación de hasta un 5% de lodos cumplen con lo especificado en la norma E.070, 2006 del reglamento nacional de edificaciones.

Palabras clave: Ladrillos con lodos de agua residual, ladrillos artesanales con lodos, ensayos de unidades con lodos.

ABSTRACT

In the present thesis called Elaboration of handmade ceramic bricks using sedimentary sludge generated in the stabilization lagoons of Epsel de San José - Lambayeque for the construction of partition walls - 2019; it was developed in order to propose an alternative of artisanal masonry unit to mitigate the environmental impact generated by sludge for not having a use and it had as a general objective to produce handmade ceramic bricks using sedimentary sludge generated in the stabilization lagoons of Epsel de San José - Lambayeque for the construction of partition walls, evaluating and considering their contribution in the technical, economic and environmental field. Starting, the raw materials were obtained and their physical-chemical properties were determined. Subsequently, an optimal mix design was performed for the standard sample. Next, the artisan masonry units were prepared with dry sludges of wastewater incorporating from (2.5, 5, 7.5, 10, 15, 20 and 25%) by weight of the mixtures in order to identify the best response against physical - mechanical tests. For the brick with optimal sludge incorporation, the following values were determined: a weight of 4,143 kg, absorption of 19.38%, a compressive strength of 57.97 kg / cm² and 8.28 kg / cm² of flexion. Regarding the standard brick, the following values were obtained: a weight of 4,231 kg, 17.61% absorption, a compressive strength of 56.45 kg / cm² and flexion of 6.59 kg / cm². With these results, it was concluded that the physical and mechanical properties of the bricks with incorporation of up to 5% of sludge comply with what is specified in standard E.070, 2006 of the national building regulations.

Keywords: Bricks with sewage sludge, handmade bricks with sludge, testing of sludge units.

I. INTRODUCCIÓN

Los países desarrollados y los no desarrollados generan grandes volúmenes de aguas servidas (domésticas) como también de distinta procedencia, donde la principal problemática es la gestión adecuada para su tratamiento y el de los subproductos generados en estos procesos (Lodos).

Según Sedapal [1] un peruano promedio consume en la actualidad hasta 163 litros de agua en un día, pese a lo que indica la Organización Mundial de la Salud (OMS) que una persona puede consumir hasta un promedio de 100 litros diarios, generando así un elevado desperdicio del líquido vital, la cual tiene que ser tratada antes de ser vertida a algún cuerpo receptor (ríos, lagos o mares).

El problema que se vive actualmente en las distintas Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Perú es que no cuentan con un sofisticado plan para el tratamiento de aguas residuales y por ende hay un tratamiento deficiente de los lodos que se generan durante el proceso del tratamiento de dichas aguas, además no cuentan con rellenos sanitarios ni monorellenos para su disposición final de lodos, siendo esta la circunstancia de la PTAR de San José, Lambayeque.

Las Lagunas de Estabilización de San José [2] se encuentran ubicadas en el Km 6 de la Carretera Chiclayo – San José a unos 500 metros de Ciudad de Dios, en dichas lagunas se tratan las aguas servidas que son drenadas por los colectores Norte, Sur y Norte-Norte de la ciudad de Chiclayo, que está constituida por tres distritos, los mismos que son el distrito de Chiclayo con 270 496 habitantes, el distrito La Victoria con 90 912 habitantes y el distrito de José Leonardo Ortiz con 156 498 habitantes según el censo del año 2017 [3].

A causa del incremento de la población en Chiclayo, el consumo de agua potable aumenta proporcionalmente, generando así un incremento de aguas residuales, las cuales son conducidas a las lagunas de estabilización para ser tratadas por medios físicos, químicos y biológicos que debido a la sobrecarga de volúmenes vertidos, no realizan correctamente su función con respecto al proceso de descontaminación de las aguas servidas y lamentablemente en esas condiciones, parte es utilizada para la agricultura en plantaciones de tallo alto y lo restante del caudal desembocada al mar.

Durante el proceso de estabilización de las aguas residuales se generan subproductos denominados lodos, a los cuales hasta hace poco no se les ha prestado mayor atención, gestionándose solo el tratamiento del agua como tal. Hoy en día existe un inadecuado manejo de Lodos producidos en las lagunas de estabilización de San José (Epsel), Lambayeque y esto debido a la falta de mayor inversión para un mejor aprovechamiento de estos

Debido al mal proceso del tratamiento de aguas residuales se han generado malos olores, que en la localidad de Ciudad de Dios hoy en día existen problemas respiratorios y problemas políticos sociales debido a que los pobladores no son conscientes de los problemas de salud que pueden ocasionarse al vivir muy cerca a estas lagunas de estabilización y comentan que ya se han hecho reuniones con el actual alcalde, respecto al tema de la reubicación de dichas lagunas, pero que hay contratos aún vigentes entre Epsel y los pobladores que cedieron esos terrenos

Actualmente la Planta de tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de San José, Lambayeque genera toneladas de lodos y no cuenta con un sistema de tratamientos de estos y menos con algún relleno sanitario para su disposición final, por lo que hoy en día estos son almacenados en una laguna que hay en sus instalaciones para su deshidratación y desinfección, siendo este un aporte a la contaminación del medio ambiente y daños a la salud humana, generando un aumento en los malos olores que las lagunas en sí ya emanan y que los pobladores que viven cerca a dichas lagunas (Ciudad de Dios), son los más afectados.

Es por ello que para lograr un mejor proceso en la estabilización de las aguas residuales y sus subproductos que estos generan, implicaría gestionar un proyecto de gran financiamiento económico para ser ejecutado pero que lamentablemente las autoridades locales y la Empresa Epsel S.A no cuentan con ese gran presupuesto.

Los lodos, un subproducto generado en dichas lagunas de estabilización, actualmente no son aprovechados por dicha empresa Epsel S.A generando en los pobladores aledaños olores desagradables y malestares en la realización de sus actividades diarias. Dichos lodos tienen contenido de materia orgánica, que en muchas investigaciones, estos lodos si son aprovechados como mejoramiento de suelos y compostaje para el uso agrícola [4].

El motivo para realizar la presente investigación es el empleo de lodos que produce la estabilización de aguas residuales, por lo que he visto como una medida de mitigación utilizar dichos lodos como una alternativa en la elaboración de ladrillos artesanales ya que resulta ser una alternativa atractiva para resolver el problema ambiental relacionada con un adecuado manejo y disposición final en los procedimientos de tratamiento de aguas residuales de dichas lagunas, debido que al inertizar los lodos en unidades cerámicas, mediante su cocción, permite conseguir materiales de construcción competentes, mejorando en cuantiosos casos propiedades como; resistencia a la compresión, peso unitario, eflorescencias, entre otras.

Ámbito de aporte y aspectos positivos que favorecerá el desarrollo de la investigación del tema que se está presentando:

En el ámbito económico: Se realizará un análisis comparativo entre utilizar los materiales tradicionales (suelo arcilloso y arena negra fina) en la elaboración de los ladrillos artesanales como al incorporar cierto porcentaje en peso de lodos en su elaboración, demostrando que al incorporar cierto porcentaje en peso de lodos a la elaboración de ladrillos artesanales, los costos en masa serían más rentables. Además como es bien sabido el diseño de las cimentaciones de cualquier estructura, se relaciona directamente con el peso de la edificación; al adicionar lodos a las unidades de albañilería estas bajarían su peso por unidad de albañilería y por ende generaría un presupuesto bajo en el proceso constructivo de la cimentación.

Desde el punto de vista técnico: Los lodos sedimentados que se obtienen de las lagunas de estabilización en su mayoría contienen materia orgánica y baja concentración de metales pesados en su composición, llegando a tener características similares a los componentes de las arcillas; esto según sea el origen de las aguas residuales; lo que facilita su compatibilidad para hacer mezclas de arcilla - lodo que hace posible que durante la etapa de cocción de los ladrillos artesanales se inmovilicen estos metales y halla una mejor afinidad en el intercambio iónico y por ende una mejor respuesta en las propiedades físicas-mecánicas de los ladrillos artesanales, además con la incorporación de este nuevo material, los resultados serán más favorables permitiendo una disminución en su peso unitario a comparación del ladrillo común.

En el ámbito Científico: Este proyecto es importante porque al reutilizar estos residuos sólidos (lodos secos de aguas residuales) como elemento de estas unidades de albañilería se podrá establecer porcentajes óptimos, cantidades, modos de mezcla, resistencias e indicaciones para su elaboración así como también sus efectos en la construcción.

En el ámbito social: El hecho de emplear estos residuos como un nuevo material de incorporación en la mezcla para la elaboración de ladrillos artesanales, reducirá la cantidad de lodos almacenados en la infraestructura de la planta de tratamiento de aguas residuales de San José y que no son aprovechados actualmente, logrando así generar empleos en la mano de obra de extracción de los lodos y reduciendo la tasa de enfermedades respiratorias en los pobladores que están más expuestos al problema, mejorando así su calidad de vida.

En el ámbito ambiental: Este tema de investigación busca un uso alternativo en la elaboración de ladrillos artesanales ya que se reducirá la demanda en explotación masiva de suelo virgen (canteras de arcilla), además de mitigar los impactos ambientales negativos que estos lodos producen, debido a que estos residuos sólidos son responsables en la contaminación del ambiente. Además se generará beneficios tales como disminución de sólidos a rellenos sanitarios, regreso de materia orgánica al suelo y provee el desarrollo de alternativas de valor agregado.

Por lo tanto con este estudio se plantea evaluar la viabilidad de elaborar ladrillos artesanales para la construcción de muros de tabiquería utilizando lodos sedimentados de las lagunas de estabilización de San José, Lambayeque; estableciendo un análisis del estado actual de dichos lodos, caracterizándolos, para así determinar la demanda de ladrillos artesanales, que son fuente de trabajo para micro empresarios.

El **Alcance** de la presente investigación tiene las siguientes limitaciones en cuanto al ámbito y área de estudio:

- Solo se realizó unidades de albañilería de manera artesanal quedando fuera de esta investigación la elaboración de manera industrial.

- Se realizó la investigación; por conveniencia; sólo en una (1) ladrillera artesanal ubicada en la Urbanización San José Obrero, distrito de José Leonardo Ortiz, con coordenadas geográficas; **-6.748295, -79.861503**; pudiéndose aplicar los mismos procesos para otras ladrilleras artesanales.
- Los materiales utilizados se obtuvieron de diferentes lugares siendo estos los siguientes: Suelo Arcilloso (Sector el Carrizo – Centro poblado del distrito de Lambayeque con coordenadas geográficas; **-6.735019, -79.972402**; Arena Negra fina de las dunas que están en el camino Chiclayo a San José (Ref. Yendo por la trocha que ingresa por el molino Los Ángeles S.R.L).
- Sólo se utilizó lodos secos de agua residual molidos y tamizados (Malla N° 10) de la PTAR San José, Lambayeque pudiendo aplicarse procesos similares para otras PTAR.
- Se realizó pruebas y ensayos de laboratorio a las propiedades químicas y físico-mecánicas tanto a los materiales como a las unidades de albañilería.

El **objetivo general** de la presente investigación es Elaborar ladrillos cerámicos artesanales utilizando lodos sedimentados generados en las lagunas de estabilización de Epsel de San José – Lambayeque para la construcción de muros de tabiquería.

Los **objetivos específicos** de la presente investigación son:

- Analizar la composición físico-química del suelo arcilloso y de los lodos secos provenientes de las lagunas de estabilización de San José (EPSEL), Lambayeque.
- Determinar el reajuste óptimo de materiales en la mezcla para los ladrillos de la unidad patrón.
- Determinar los porcentajes óptimos de incorporación los lodos secos de agua residual en las unidades experimentales, las cuales brindan una mejor respuesta en sus características físicas mecánicas.
- Clasificar el tipo de ladrillo al que corresponden los ladrillos cerámicos elaborados con porcentajes de lodo según el RNE-E.070 (2006).
- Realizar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Entre las diferentes fuentes bibliográficas y estudios relacionados con el tema Elaboración de ladrillos cerámicos artesanales utilizando lodos sedimentados generados en las lagunas de estabilización de Epsel de San José – Lambayeque para la construcción de muros de tabiquería – 2019, se han tomado los siguientes.

- [5] Mohajerani, et al. *“A Proposal for Recycling the World’s Unused Stockpiles of Treated Wastewater Sludge (Biosolids) in Fired-Clay Bricks”*. Artículo Científico: Universidad Instituto Real de Tecnología de Melbourne – Australia, 2019.

El objetivo de esta investigación es plantear una solución práctica con la reutilización de los biosólidos en ladrillos de arcilla cocida, para ello los autores han seleccionado tres muestras de biosólidos a partir de dos PTAR tales como; la Planta de Tratamiento del Este de Melbourne (ETP 22) y en la Planta de Tratamiento del Oeste (WTP 10 y WTP 17–29). Se evaluaron las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los ladrillos que incorporaron un 25%, 20%, 15% y 10% de biosólidos.

Las ensayos de resistencia a la compresión indicaron resultados que oscilaron entre 35.5 MPa y 12.04 MPa para los ladrillos que incorporan biosólidos y de 41.9 MPa para los ladrillos de control, pasando así las pruebas de resistencia ya que una resistencia a la compresión aceptable para ladrillos en la mayoría de los edificios de poca altura es aproximadamente 5 MPa.

- [6] Fuentes, et al. *“Adición de lodos residuales en la elaboración de matrices cerámicas”*. Artículo Científico: Universidad EIA – Colombia, 2019.

El objetivo de esta investigación es evaluar las características físicas mecánicas de ladrillos cerámicos con la adición de lodos residuales de PTRAR, donde los autores llevaron a cabo tres momentos resaltantes tales como; recolección y caracterización físico y químico tanto de los biosólidos como de las arcillas, selección de los porcentajes de adición de biosólidos de los ladrillos cerámicos y por último determinar las características físicas y mecánicas de las matrices cerámicas a partir de procedimientos y muestreos que establece la NTC-4017.

Se elaboró un total 60 ladrillos cerámicos, teniendo que determinar los porcentajes de adición de biosólidos de (5%, 10%, 15%, 20% y 30%) óptimas de las mezclas, motivo de identificar la mejor respuesta frente a las pruebas de resistencia a la compresión y absorción de agua (capilar, sumergida y ebullición); además se elaboró 6 ladrillos patrón (100 % de arcilla).

Las pruebas indicaron mayor resistencia (29,8 MPa) y menores absorciones (15,53 y 19,49%) llegando a cumplir con los límites mínimos establecidos en la NTC-4205 donde se indica que; para mampostería estructural (20 MPa) y no estructural (14 MPa) pasando así las pruebas de resistencia a la compresión.

- [7] **Mozo, et al. “Efecto de la adición de biosólido (seco) a una pasta cerámica sobre la resistencia mecánica de ladrillos”. Artículo Científico: Universidad de Medellín – Colombia, 2015.**

El objetivo de la investigación es evaluar el efecto que produce la adición de biosólido seco a una pasta cerámica sobre la resistencia mecánica de ladrillos.

Las materias primas utilizadas fueron arcilla que procede de la empresa ladrillera de Boyacá en Colombia y el biosólido que son los subproductos provenientes de la PTAR El Salitre (Bogotá, D. C.).

Se elaboraron 120 especímenes y se propusieron las siguientes combinaciones de arcilla (Ar) – biosólido (B); tales como (100 % Ar – 0 % B; 95 % Ar – 5 % B; 90 % Ar – 10 % B; 85 % Ar – 15 % B).

Las pruebas de resistencias evidenciaron que todos los porcentajes aplicados en los ladrillos cerámicos cumplen los límites mínimos para ser clasificados como mampostería no estructural, según la NTC-4205 donde se indica que; para mampostería estructural (20 MPa) y no estructural (14 MPa) pasando así las pruebas de resistencia a la compresión.

Según los resultados obtenidos de absorción su uso se limita como una mampostería no estructural sin embargo esta propiedad no descalifica al ladrillo en su totalidad ya que la resistencia a la compresión determinará si un ladrillo es aceptado o rechazado.

- [8] **León Orellana, Xavier Oswaldo.** *“Uso de los lodos, producto del tratamiento de aguas residuales, para la fabricación de ladrillos”.* Tesis de Grado: **Universidad Católica de Santiago de Guayaquil – Ecuador, 2015.**

El objetivo de este tema de investigación es evaluar si es factible emplear lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales, establecidas en la ciudad de Guayaquil en la elaboración de ladrillos cerámicos.

La metodología que siguió fue; hacer reconocimiento de los principales sitios de producción de lodos residuales, visitar al relleno sanitario de Las Iguanas, elegir la muestra de lodos residuales, ubicar el sitio experimental y procesar la muestra para así fabricar los ladrillos cerámicos.

Se elaboraron 300 ladrillos (60 ladrillos para cada tipo de muestra) con adiciones de lodos residuales de 0% (A), 10% (B), 20% (C) y 30% (D) observando que las muestras tipo A estuvo alrededor de 2,75 kg/cm². Para las muestras tipo B alrededor de 7,25 kg/cm². Para las muestras tipo C 5,5 kg/cm² y para las muestras tipo D 2,1 kg/cm². Los ladrillos con 100% (E) no fue posible romperlos porque había desagregación con el manipuleo de los mismos.

2.2 BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS

2.2.1 NORMAS DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (2006). NORMA E.070, ALBAÑILERÍA.

Esta norma establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería estructuradas principalmente por muros confinados y por muros armados.

Los sistemas de albañilería que estén fuera del alcance de esta Norma, deberán ser aprobados mediante resolución de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de ser evaluados por SENCICO.

2.2.2 ASPECTO LEGAL PARA LA DISPOSICIÓN DE LODOS

Entre las leyes peruanas de protección ambiental, tenemos:

2.2.2.1 LEY GENERAL DE SALUD - LEY N° 26842 (20/07/1997)

La presente ley establece que la salud es de índole indispensable para el desarrollo del ser humano, además es el medio fundamental para lograr el bienestar personal y colectivo.

- En el artículo 96 del Capítulo IV, se menciona que durante el manejo y disposición de sustancias y productos peligrosos, deben tomarse todas las medidas necesarias para prevenir daños a la salud humana, animal o al ambiente, de acuerdo con la reglamentación correspondiente.
- Además, en los artículos 104 al 107 del Capítulo VIII se menciona que es responsabilidad de las personas tanto naturales o jurídicas no efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes al agua, el aire o al suelo, quedando sujeta a la autoridad de salud competente que vigilará su cumplimiento.

2.2.2.2 LEY DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS - LEY N° 27314 (21/12/2017)

La finalidad del Decreto Legislativo N° 1278 se sostiene sobre 3 pilares:

- Prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen como primera prioridad.
- Eficiencia en el uso de los materiales y los residuos vistos como recursos y no como amenaza, es decir la recuperación y la valorización material y energética de los residuos.
- Promover una economía circular (El reingreso de residuos como insumos de otros productos). Esta ley considera a los residuos sólidos como insumo para otras industrias de forma que se genere más ingresos, inversión, mayor empleo y elevados estándares en el manejo ambiental, mejorando así el servicio y la gestión en todo el Perú.

2.2.2.3 LEY GENERAL DEL AMBIENTE - LEY N° 28611 (15/10/2005)

La presente ley indica que toda persona tiene el derecho a vivir en un ambiente saludable y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes.

- En su artículo 67° sobre el saneamiento básico, se menciona que las autoridades públicas de nivel nacional, sectorial, regional y local deben priorizar medidas de saneamiento básico que incluyan la construcción y administración de infraestructura apropiada; la gestión y manejo adecuado del agua potable, las aguas pluviales, las aguas subterráneas, el sistema de alcantarillado público, el reúso de aguas servidas, la disposición de excretas y los residuos sólidos, promoviendo universalidad, la calidad y continuidad de los servicios de saneamiento.
- Además en su artículo 122 donde indica que todas aquellas empresas o entidades que desarrollan actividades extractivas, productivas, de comercialización u otras que generen aguas residuales, son responsables de su tratamiento, es decir tratarlas antes de verterlas a algunas red de alcantarillado a fin de minimizar los niveles de contaminación hasta hacerlos compatibles con los LMP, los ECA y otros estándares establecidos en instrumentos de gestión ambiental.

2.2.2.4 LEY DE RECURSOS HÍDRICOS - LEY N° 29338 (27/03/2019)

La presente Ley se encarga de regular el uso y la gestión de los recursos hídricos y comprende al agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta.

- En su artículo 79 nos menciona que La Autoridad Nacional autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambientales y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP). Quedando prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización.

2.2.3 NORMAS TÉCNICAS PERUANAS

2.2.3.1 NTP 331.017:1978 (LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA)

Esta norma técnica Peruana establece las definiciones, clasificación, condiciones generales y requisitos que debe cumplir el ladrillo de arcilla, usado en albañilería estructural y no estructural.

2.2.3.2 NTP 399.613:2005 (MÉTODO DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA)

Esta norma técnica Peruana establece los procedimientos para el muestreo y ensayos de los ladrillos de arcilla cocida utilizados en albañilería.

2.2.4 COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA

2.2.4.1 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA:

Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice cal, Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular. (RNE E.070 2006).

2.2.4.1.1 CLASIFICACIÓN POR SUS DIMENSIONES

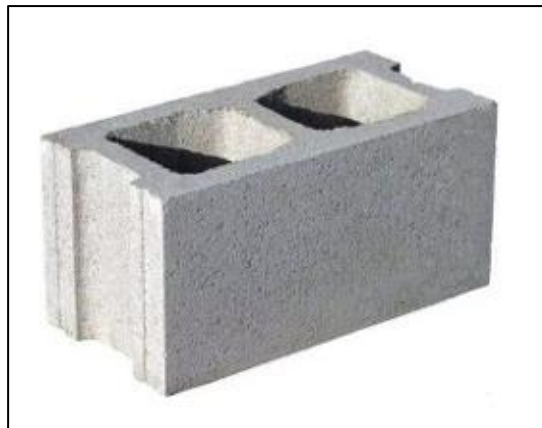
Las unidades según su tamaño o por sus dimensiones se clasifican en ladrillos (Fig. 1) y bloques (Fig. 2).

Figura 1 Ladrillo



Fuente: Lizarzaburu – Sencico, 2013

Figura 2 Bloque



Fuente: Lizarzaburu – Sencico, 2013

- Se denominará ladrillo cuando las dimensiones y peso de la unidad permitan que sean manipuladas con una sola mano.
- Se utiliza en construcciones de albañilería confinada teniendo por lo general las siguientes dimensiones.

Ancho: entre 11 y 14 cm.

Largo: entre 22 y 29 cm.

Alto: entre 6 y 9 cm.

Peso: entre 2 y 6 kg.

- Se denominará Bloque cuando las dimensiones y peso de la unidad permitan que sean manipuladas con dos manos.
- Se utiliza en las construcciones de albañilería armada teniendo por lo general las siguientes dimensiones.

Ancho: entre 14 y 20 cm.

Largo: entre 20 y 40 cm.

Alto: entre 10 y 25 cm.

Peso: entre 8 y 14 kg.

2.2.4.1.2 CLASIFICACIÓN POR SU MATERIA PRIMA Y FABRICACIÓN

Según su materia prima (Figura 1 y figura 2), las unidades de albañilería son elaborados de arcilla (unidades cerámicas), de sílice-cal (unidades sílico-calcáreas) y de concreto.

San Bartolomé et al. [9] Sostiene que por su modo de fabricación, las unidades pueden ser **artesanales o industriales**. Donde las unidades de arcilla y concreto permiten su fabricación en ambas modalidades, pero las unidades sílico-calcáreas solo son de fabricación industrial. Además cuando en la fabricación artesanal también son incluidos procesos industriales, entonces se les denomina semi-industriales.

A.1.- Unidades de Arcilla

- **A.1.1.- Por su Materia prima:**

En [9] se explica cómo los suelos arcillosos empleados (arcilla) como materia prima para la fabricación de los ladrillos se clasifican en calcáreas: porque en su configuración se tiene hasta un 15% de carbonato de calcio y debido a estas características el color amarillento predomina en las unidades: y en no calcáreas; donde en su configuración predomina el silicato de alúmina con un 5% de óxido de hierro, que le proporciona un tono rojizo. Los maestros ladrilleros mencionan que es necesario que un suelo arcilloso contenga arena para disminuir los efectos de contracción por secado de arcilla, lo que hace fisurarse a los ladrillos.

- **A.1.2.- Por su Fabricación:**

La *extracción* del material de las canteras; en el proceso artesanal se hace con herramientas manuales como picos, palanas y carretillas mientras que en el proceso industrial se realiza con palas mecánicas (maquinaria). Luego, se pasa por un proceso de tamizado empleando para ello mallas o tamices metálicos, para así poder eliminar pequeñas rocas (guijarros) y otras materias raras.

La *molienda* de los materiales se puede realizar por medios mecánicos con el pico durante un proceso artesanal (Fig. 3 o con molinos durante un proceso industrial.

Figura 3 Molienda de la materia prima



Fuente: Propia

El *mezclado* de los materiales (arcilla + arena + agua) se realiza por medio del apisonado hasta que la mezcla quede bien batida y se deja reposar la tierra durante mínimo un día (Fig. 4 y Fig. 5, artesanal), o empleando amasadoras o maquinas que dosifiquen (industrial).

Figura 4 Mezclado de la materia prima



Fuente: Propia

Figura 5 Mezcla en reposo durante un día



Fuente: Propia

El *moldeado* (Labrado) se realiza tomando parte de la mezcla para ser vertido con fuerza sobre moldes de madera (Fig.6 y fig. 7, artesanal), semi-industrial cuando se utiliza prensas hidráulicas o con extrusoras (industrial), en este último caso, la mezcla se pasa por una boquilla que tiene la sección transversal del ladrillo terminado para luego ser recortado mediante una sierra eléctrica.

Figura 6 Moldes para ladrillo artesanal (23 x 13 x 9 cm)



Fuente: Propia

Figura 7 Moldeado de la mezcla



Fuente: Propia

El proceso de *secado* para el rubro artesanal solo se realiza ubicando las unidades en un tendal (área de terreno nivelado), mientras que para el rubro industrial estos son secados en un horno cuya temperatura es regulable y que va desde la temperatura ambiente hasta los 200 °C, para quitarles la mayor cantidad posible de humedad antes de ser cocinados en el horno.

Figura 8 Secado de ladrillos artesanales



Fuente: Propia

El *quemado* se realiza en hornos fijos de fuego directo y techo abierto teniendo en muchos casos quemadores con leña, petróleo o cascarilla de arroz (Fig. 9). Además en muchos casos la diferencia en la resistencia de las unidades ubicadas en la parte alta con respecto a las unidades de la parte baja del horno supera el 50%. Este proceso durará dependiendo del material combustible empleado, teniendo un aproximado entre 5 y 7 días para cascarilla de arroz.

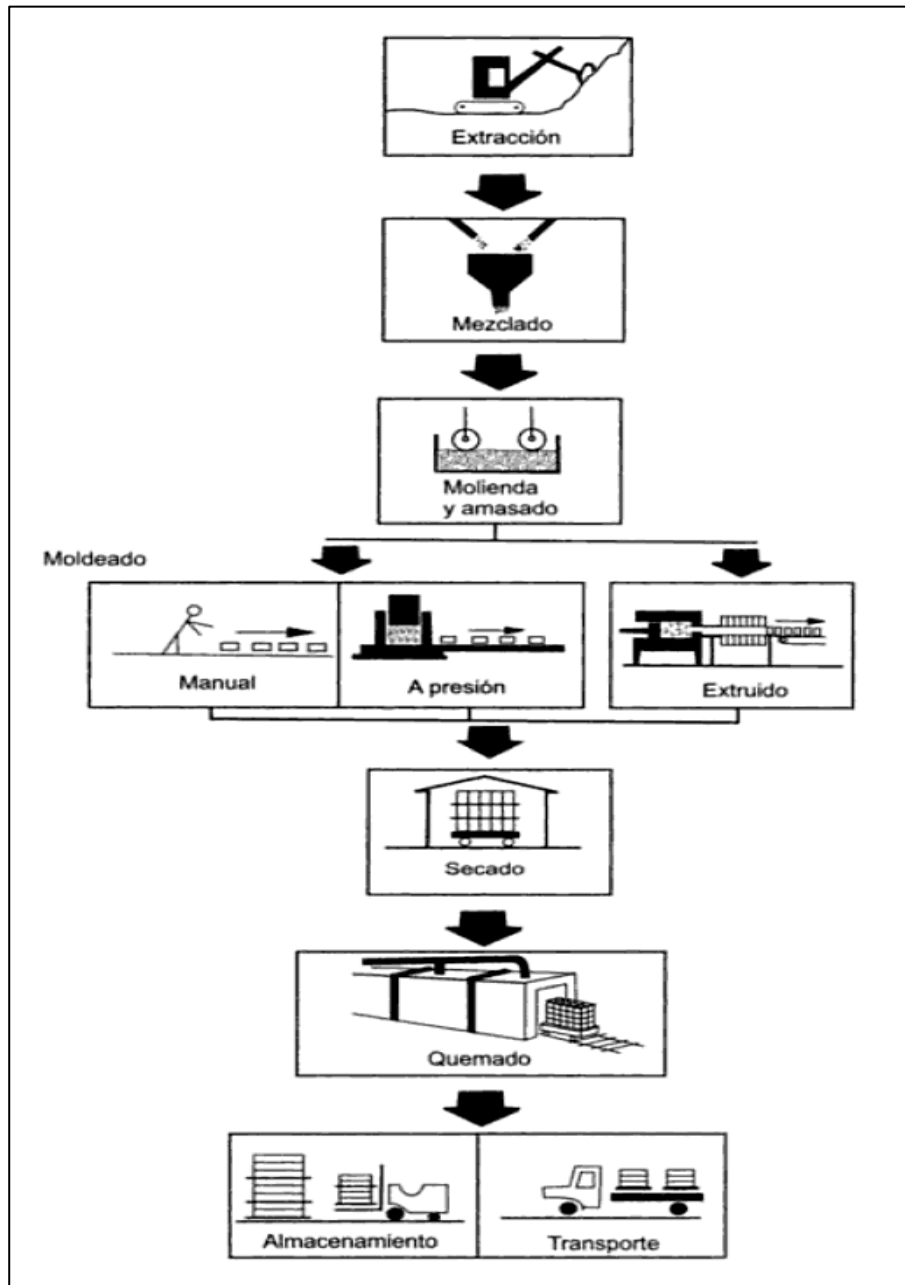
Figura 9 Horno artesanal



Fuente: Propia

En el Perú por lo general el *transporte* se da desde el pie de horno hasta la fábrica, luego desde la fábrica hasta el pie de la obra y finalmente estos son puestos en la obra por los trabajadores, se realiza usando carretillas o unidad por unidad, lo que genera deterioro de las unidades de albañilería si es que no se realiza con el cuidado debido.

Figura 10 Proceso de fabricación de unidades de arcilla



Fuente: Gallegos y Casabonne 2005, 94 [10]

A.2.- Unidades de Concreto

La Norma E.070 indica que las unidades de concreto serán utilizadas después de lograr su estabilidad volumétrica y para ello las unidades deben ser curadas con agua, el tiempo mínimo para ser utilizadas son de 28 días, ya que si no secan o adquieren su resistencia mínima, estos se fisurarán y por lo tanto los muros levantados también.

En la fabricación de estas unidades ya sean ladrillos o bloques (artesanales o industriales), la mezcla será por lo general de los siguientes materiales; cemento, arena, confitillo (piedra chancada de ¼”) y agua.

Las resistencias que se logren dependerán de la dosificación empleada de materiales y esta dependerá de la importancia de los edificios que se quieran construir. La consistencia de la mezcla debe ser seca con el orden de revenimiento máximo de 1 pulgada, para poder desmoldarse sin que se desmoronen.

La textura es usualmente gruesa teniendo poros abiertos y por lo general su tono de color es gris pero dependerá si se agregan pigmentos durante la mezcla. El peso de estas unidades dependerá de los materiales empleados pero puede aligerarse usando agregado ligero (piedra pómez, bolillas de Tecnopor, etc.). En el Perú se fabrican ladrillos y bloques de concreto vibrado de tipo caravista.

Figura 11 Bloques artesanales de concreto



Fuente: Imágenes Google

Para el dosificado de los materiales se realiza en peso, y estos serán mezclados manualmente (artesanal) o con máquinas (industrial).

En [9], se explica que el moldeo artesanal se lleva a cabo utilizando moldes metálicos cuya base deslizante permite compactar la mezcla, además permite hacer el compactado por medio de pisones en moldes de madera forrados en su interior con láminas metálicas.

Para el desmoldado se realiza en un tendal sobre arena fina y éstas deben ser curadas echándoles agua a razón de 2 veces al día durante una semana (7 días) de otro modo, la resistencia a compresión disminuirá sustancialmente. En promedio se pueden llegar a realizar unas 200 unidades diarias de manera artesanal.

Cuando se realiza un moldeo semi-industrial se realiza mediante vibro-compactación, utilizando ponedoras portátiles (Fig. 12) con estos equipos se logra producir hasta unos 2000 bloques al día, o en máquinas Rosa Cometa, que se pueden lograr producir hasta 5000 bloques en un día. En ambos casos solo basta cambiar los moldes para elaborar ladrillos o bloques para muros.

Figura 12 Ponedora Portátil de Ladrillos



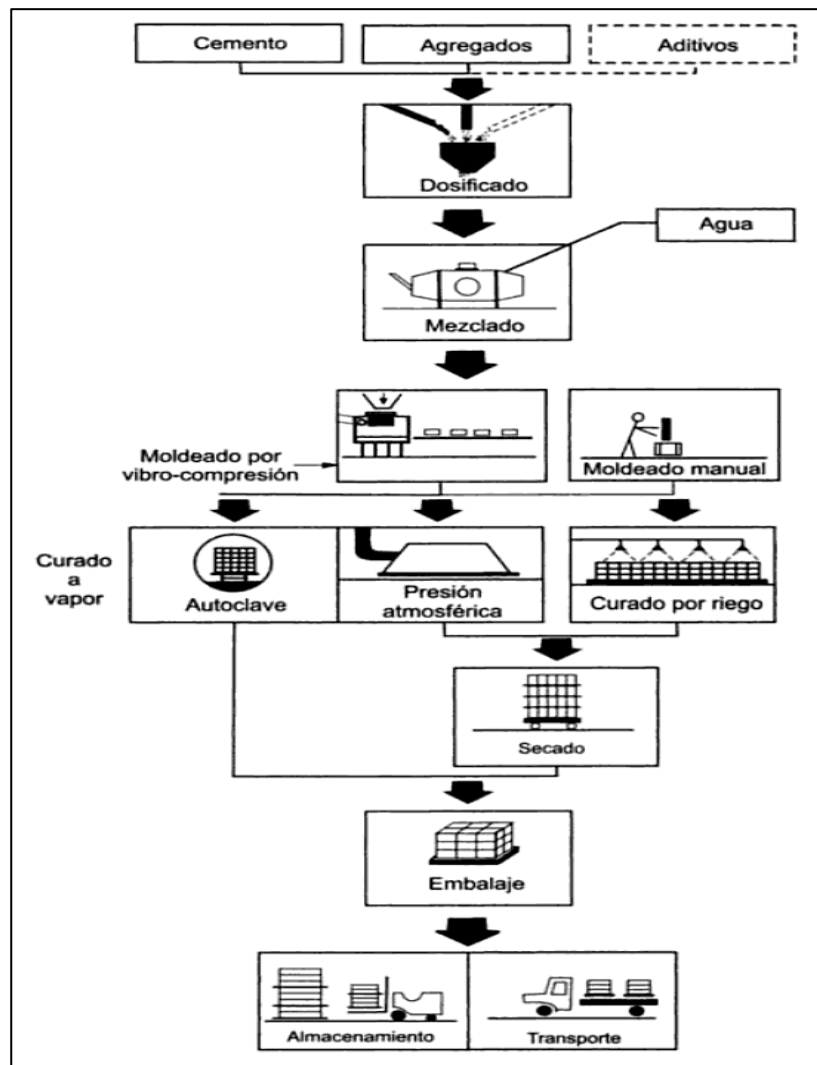
Fuente: Imágenes Google

Según [9] para realizar un moldeo industrial se utilizan máquinas estacionarias; capaces de elaborar hasta 8000 unidades al día mediante un proceso de vibro.compactación,

Para el curado de las unidades se hace en cámaras de vapor a 50 °C, en cámaras autoclave (150 °C a presión de 6 a 10 atmosferas), o con riego por aspersión.

En [9] se explica también que en la fabricación industrial se utilizan equipos mecanizados en el transporte, luego las unidades pasan al empaquetado con bolsas plásticas (polietileno) por lo que al estar protegidos con esta bolsa, los bloques o ladrillos no se humedecerán y por lo tanto los bloques no presentarán alta variación volumétrica.

Figura 13 Proceso de fabricación de unidades de concreto



Fuente: Gallegos y Casabonne 2005, 99 [10]

A.3.- Unidades sílico-calcáreas

Según San Bartolomé, et al. [9] “En el Perú solo existe una fábrica que produce unidades sílico-calcáreas en varias modalidades, como bloques, ladrillo (hueco y macizo) y unidades apilables para la albañilería de junta seca”.

La materia prima consiste de un 10% de cal hidratada normalizada y un 90% de arena (con un 75% de sílice), lo que da lugar a unidades de color blanco grisáceo aunque puede añadirse pigmentos que le cambien el color... Una vez mezclados con agua los materiales, se deja reposar la mezcla en unos silos (“reactores”) durante unas 3 horas, con la finalidad de hidratar a la cal. Para el moldeo de las unidades, se utilizan, prensa hidráulicas que aplican unas 500 Ton de carga. Luego, las unidades se endurecen curándolas a vapor en cámaras “autoclave” con elevada presión (entre 8 a 17atmosferas). Durante este proceso, la cal reacciona químicamente con el silicio, formando un agente cementante (silicato cálcico hidratado) que une las partículas de arena, formando unidades de alta resistencia a la compresión. [9]

Las unidades hechas con este material tienen ventajas ante las unidades de arcilla, ya que sus dimensiones tanto en el estado crudo como cocido no varían, además por tener un proceso mecanizado no presenta mucha variación en sus resultados respecto a la resistencia a la compresión.

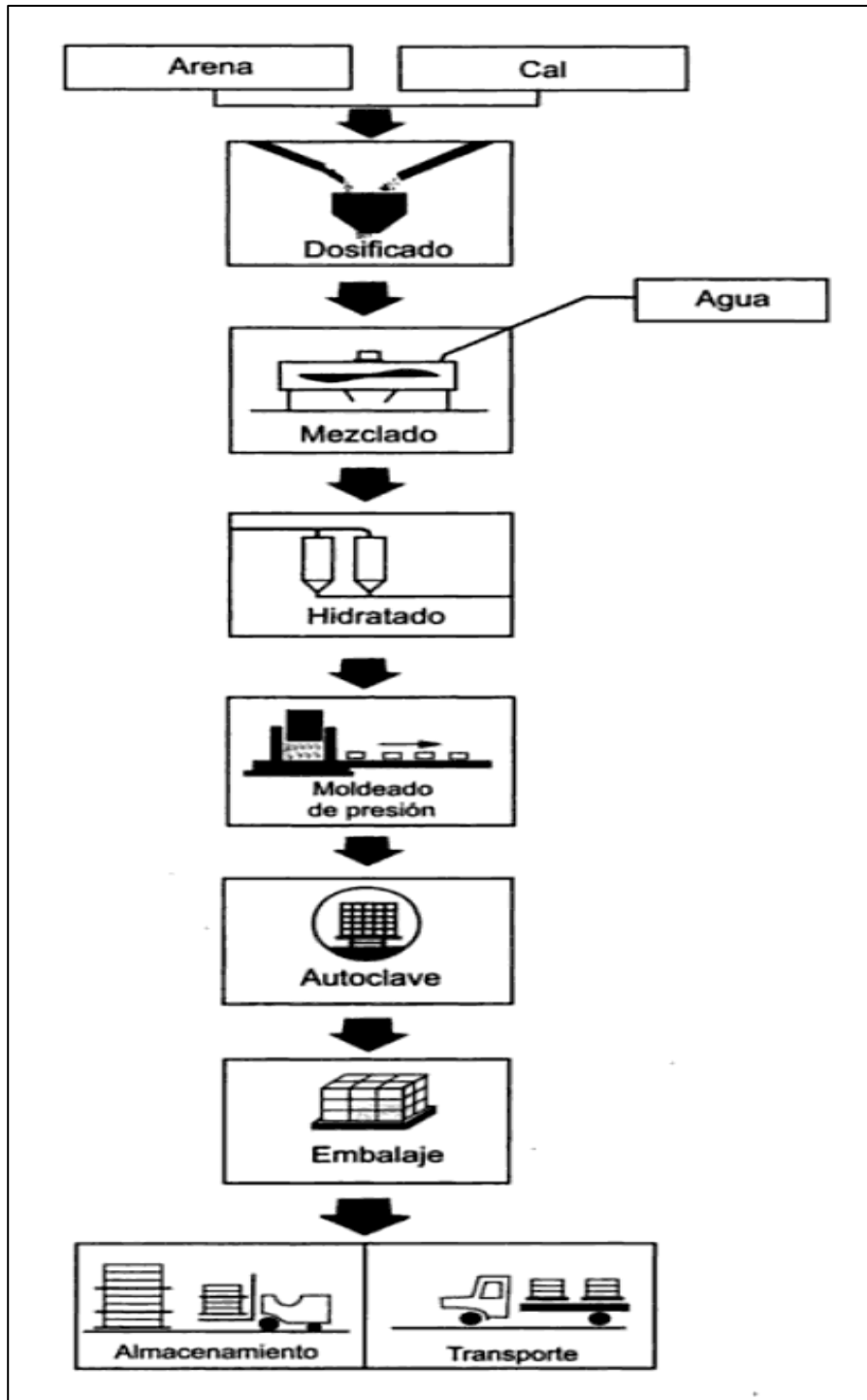
Y entre sus desventajas se puede apreciar que por tener pocos poros (textura lisa) reduce su adherencia entre el mortero y la unidad, es por ello que para mejor estas unidades se producen ahora con estrías o perforaciones en su cara de asentado.

Figura 14 Unidad sílico – calcáreas con estrías



Fuente: Imágenes Google

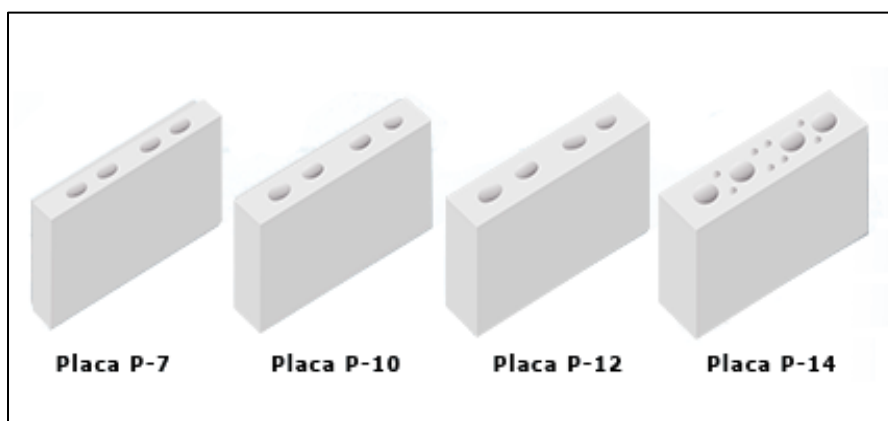
Figura 15 Proceso de fabricación de unidades de sílice.cal



Fuente: Gallegos y Casabonne 2005, 99 [10]

... De otro lado, la fábrica produce unidades sílico-calcareas de espesor delgado (Fig. 16) para ser usadas en tabiques y parapetos en una edificación como la Placa P-7 (espesor de 7 cm), la Placa P-10 (espesor de 10 cm) y la placa P.12 (espesor 12 cm). También se produce la denominada Placa P-14 (14 cm de espesor) para la construcción de muros portantes en edificios de albañilería de junta seca. [9]

Figura 16 Placas P-7, P-10, P-12 y P-14.



Fuente: Imágenes Google

2.2.4.1.3 Clasificación por sus huecos (alveolos)

En la norma peruana de albañilería E.070 (2006) y también en las normas de otros países, las unidades también son clasificadas por el porcentaje de huecos (alveolos o perforaciones) que tienen en su superficie de asiento y por la disposición que estos tengan.

B.- Unidades de Sólidas y unidades huecas

Las unidades sólidas son las que no tienen huecos o, en todo caso, presentan ranuras o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento que ocupan un área no mayor al 30% del área bruta (E. 070, SENCICO 2006), cuando se excede este porcentaje, la unidad se clasifica como hueca. En la Norma E. 070 se especifica que las unidades sólidas y macizas son las que se deben emplear para la construcción de muros portantes confinados.

Usualmente, los ladrillos artesanales (Fig. 17) carecen de huecos, mientras que los industriales presentan entre 18 y 24 perforaciones pequeñas (Fig. 18), o ranuras en el caso de ladrillos de concreto.

Las unidades sólidas artesanales cuentan con más imperfecciones que las unidades industriales, debido al proceso de fabricación de los mismos.

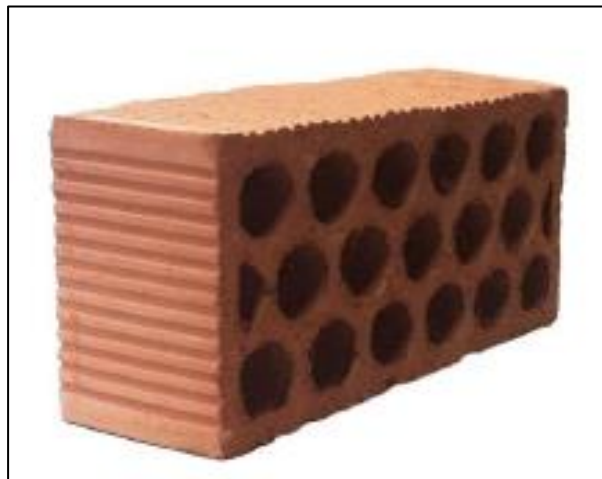
En la figura 17, se observan las características físicas de una unidad artesanal.

Figura 17 Ladrillo Artesanal



Fuente: Propia

Figura 18 Ladrillo hueco



Fuente: Aguinaga – Sencico, 2013

C.- Unidades Alveolares

De acuerdo a la Norma E.070 (Sencico 2006) las unidades alveolares son aquellas que presentan grandes huecos perpendiculares a la superficie de asiento (Fig. 19), empleados en las edificaciones de **albañilería armada rellena con grout**. Estos bloques no deben emplearse en las construcciones de albañilería confinada porque se trituran ante los sismos.

Figura 19 Unidades Alveolares

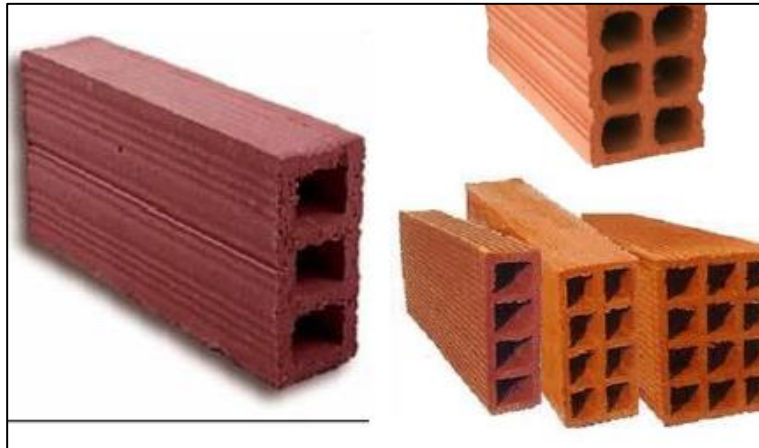


Fuente: San Bartolomé, 2005

D.- Unidades Tubulares

Las unidades tubulares son aquellas que tienen perforaciones dispuestas paralelas a la superficie de asiento en este tipo clasifican los ladrillos pandereta, que se utilizan en muros no portantes; su uso en muros portantes es un error frecuente (fig. 20). No se deben emplear en muros portantes porque se trituran antes los sismos, además que la lechada de cemento del concreto de las columnas se introduce por las perforaciones del ladrillo debilitando a. concreto.

Figura 20 Ladrillo Pandereta



Fuente: Aguinaga – Sencico, 2013

2.2.5 SISTEMA DE TRATAMIENTO EN LA PTAR DE SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE

De acuerdo a Epsel [2], el sistema de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Chiclayo se realiza teniendo en cuenta el ciclo operacional del alcantarillado (Fig. 21).

2.2.5.1 SISTEMA DE TRATAMIENTOS

a) Aguas residuales

Conocidas comúnmente como aguas servidas, son el resultado de las actividades cotidianas de las personas, como la preparación de los alimentos, higiene personal, aseo y limpieza, etc. y que son eliminados por medio de los artefactos sanitarios (inodoros, bañeras, duchas, urinarios, lavamanos, lavaplatos, etc.) y que estas aguas contienen microorganismo tales como: bacterias, parásitos y protozoos. Siendo estas nocivas para el hombre si es que no se les da un buen tratado.

b) Canal de ingreso de las aguas residuales

El agua residual que es producida por los pobladores de la ciudad de Chiclayo es recolectada mediante redes de alcantarillado y llevadas por gravedad hasta concurrir en un canal principal de ingreso a la planta de tratamiento de San José, la sección de este canal es rectangular con una adecuada pendiente para que pueda pasar un caudal máximo de 890 l/s. Fig. N° 21.

c) Cámara de rejas

Este mecanismo compuesto de un accionamiento manual / automático cuenta con dos unidades electromecánicas, son usadas como un pre-tratamiento, ya que sirven para retener objetos gruesos, arenas y materiales sólidos flotantes como plásticos, bolsas, pedazos de madera, animales muertos, etc. Además se cuenta con un canal Parshal, cuya función es el de medir el caudal antes del ingreso a las lagunas de estabilización.

d) Lagunas anaeróbicas primarias

Estas lagunas son utilizadas generalmente en el tratamiento primario de las aguas residuales, el objetivo aquí es remover la mayor cantidad de materia orgánica y sólidos suspendidos para así obtener un mejor efluente en las siguientes fases del tratamiento, esta descomposición es realizada por medio de bacterias de tipo anaerobias, generando gases como lo son; el metano (CH₄) y H₂S (Ácido sulfhídrico) y es en el fondo de las lagunas donde se aglomeran los lodos sedimentados primarios.

e) Lagunas facultativas secundarias

Después de un tratamiento primario, las aguas pasan a las lagunas facultativas secundarias, aquí el proceso se sigue dando por medio de un proceso aerobio (superficie) y otro anaerobio (fondo de las lagunas), donde las aguas son tratadas por medio de la oxigenación proveniente de la presencia de algas, las cuales crecen y se desarrollan en estas condiciones particulares de agua tratada.

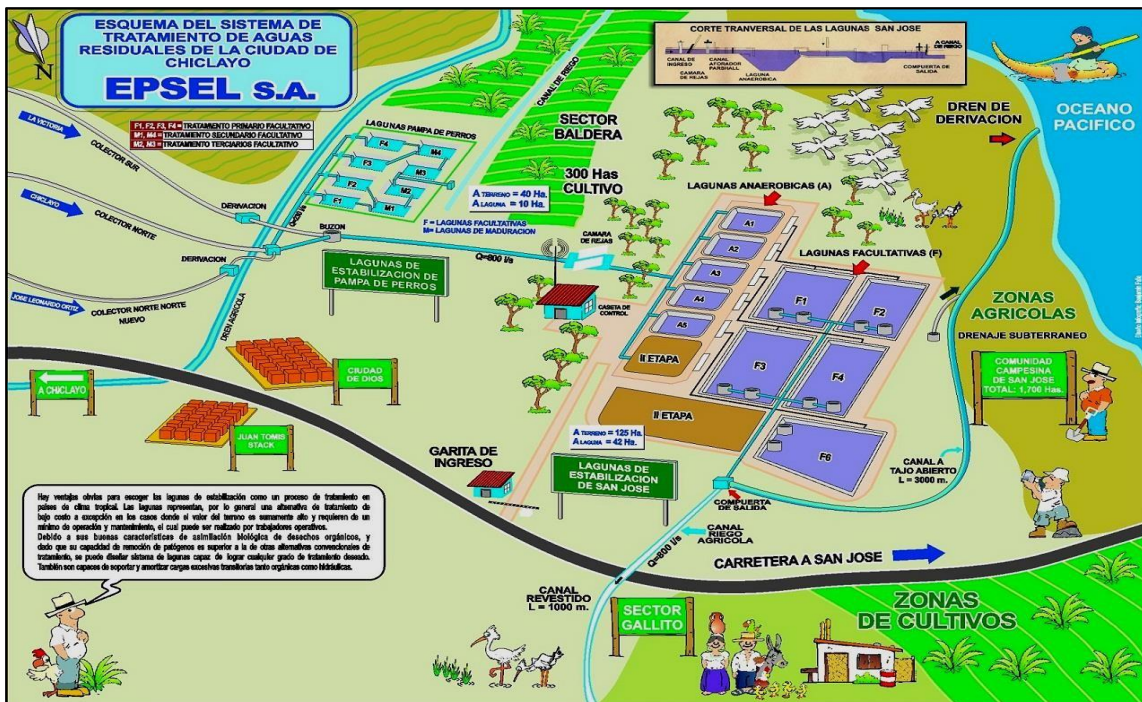
f) Canal de descarga del efluente (aguas tratadas)

Este canal está construido a tajo abierto sin recubrimiento, es utilizado para dirigir las aguas tratadas hacia el dren que conduce parte de las aguas residuales tratada al mar. Fig. N° 21.

g) Canal de riego para los agricultores

Este canal está construido de concreto armado y sirve para conducir la otra parte de las aguas tratadas a las zonas de cultivo para el riego de plantaciones de tallo alto del sector el Gallito, llevando un caudal de 800 l/s.

Figura 21 Sistema de tratamiento de desagüe de Chiclayo mediante lagunas de estabilización de la empresa EPSEL S.A.



Fuente: EPSEL S.A., 2013

2.2.5.2 PARÁMETROS DE CONTROL EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La empresa Epsel S.A tiene a cargo las lagunas de estabilización de la región Lambayeque en sus 25 administraciones, brindando el servicio del tratamiento de las aguas residuales de origen doméstico, dichas lagunas son de tipo anaeróbicas primarias y facultativas o secundarias. Estando presentes dichas lagunas en los distritos:

Pimentel, Pampa Grande, Lambayeque, Olmos, Jayanca, Pacora, Illimo, Motupe, Salas, Túcume, Mochumí, San José, Pampa de Perros, Ciudad Eten, Puerto Eten, Monsefú, Mocupe Tradicional, Mocupe Nuevo, Zaña, Santa Rosa, Reque, Ferreñafe, Picsi, Pósope Alto, Batangrande.

En la tabla N° 1 se muestran los parámetros de control de calidad que la empresa Epsel S.A. realiza en el tratamiento de las aguas residuales en las lagunas de estabilización.

Tabla 1 Parámetros de control de Calidad en el tratamiento de Aguas Residuales

Parámetros	Análisis	Medición
Físicos	Temperatura	2 veces al Mes
	pH	2 veces al Mes
	Sólidos totales y volátiles	2 veces al Mes
Químicos	DQO	2 veces al Mes
	Alcalinidad	2 veces al Mes
	Relación de alcalinidad	2 veces al Mes
	Composición de metano	2 veces al Mes
	Composición de CO ₂ y H ₂ S	2 veces al Mes
	Ácidos grasos volátiles	2 veces al Mes

Fuente: EPSEL S.A., 2019

En cuanto a los resultados de la calidad del agua residual, el afluente que entra a las lagunas de estabilización San José, proporciona una DBO5 promedio de 275 mg/l y 2.8 E+07 de colimetría, que es el indicador de contaminación fecal de las aguas.

El efluente reporta en promedio una DBO5 de 120 mg/l y una carga colimétrica de 1.2E+05 de Col tot. NMP/100 ml.

En la tabla N° 2 se puede apreciar los análisis físico-químicos y microbiológicos del agua residual durante el mes de abril – 2019.

Tabla 2 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN ABRIL – 2019 (SAN JOSÉ)										
FECHA	CODIGO	LUGAR	HORA	PH	T	DBO	DBO5T	S.S.T	Col. Total	Col. Termot
	O				°C	5T	mg/L	mg/L/hr	NMP/100ml	NMP/100 ml
						mg/L				
11/04/2019	LCC-1096-19-R	Desagüe crudo	10:15	7.85	25	275	---	2.50	2.8E+07	2.8E+07
11/04/2019	LCC-1097-19-R	Efluente	10:20	8.17	25	---	120	0.10	1.2E+05	1.2E+05

Fuente: EPSEL S.A., 2019

2.2.5.3 LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE

Epsel [2] indica que las lagunas de estabilización de San José, están ubicadas en el Km. 6 de la carretera Chiclayo-San José a 500 metros de Ciudad de Dios; el tiempo aproximado para llegar desde la ciudad de Chiclayo es de 14 minutos, ubicándose estas a la margen izquierda de la carretera. Los colectores que dirigen las aguas residuales drenadas desde la ciudad de Chiclayo son: Colector Sur (La Victoria), colector Norte (Chiclayo) y colector Norte-Norte (José Leonardo Ortiz).

Las 10 lagunas están dispuestas de 3 baterías en serie (2 lagunas primarias anaeróbicas y 2 lagunas secundarias facultativas); 5 anaerobias primarias de 165 x 122 m., con una profundidad de 3.5 m. y 5 lagunas facultativas secundarias de 245 x 242 m. y 1.80 m. de profundidad. Están acondicionadas para tratar una capacidad de 76,850 metros cúbicos al día, correspondiendo 890 litros por segundo.

Estas lagunas cuentan con un canal Parshal como medidor del afluente al ingreso y otra a la salida de agua con un mecanismo de dos compuertas de control. El caudal tratado en promedio es de 800 l/s el cual fluye hacia un dren de derivación a tajo abierto hacia el océano pacífico y a un canal de riego de concreto armado para el uso agrícola.

Figura 22 Esquema a través de un corte transversal de la laguna de estabilización.



Fuente: EPSEL S.A., 2013

2.2.6 LODOS PRODUCIDOS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS

2.2.6.1 DEFINICIÓN

Los lodos o fangos son los subproductos que se originan durante la línea de aguas del tratamiento de aguas residuales. Según Torres [11]

“Los lodos residuales son aquellos subproductos resultantes de los procesos de tratamiento de las estaciones depuradoras de aguas residuales... Los lodos provienen ya sea de las lagunas o de las plantas depuradoras, siendo el volumen mayor de producción de lodos en las plantas depuradoras, debido principalmente al tiempo de retención”.

2.2.6.2 LODOS DE AGUA RESIDUAL EN LAMBAYEQUE

Todos los lodos que se producen o generan en el proceso de la estabilización de las aguas residuales deben ser tratados antes de ser reutilizado o llevados a su disposición final. En la tabla N° 3 se puede ver la composición característica en los lodos urbanos.

Tabla 3 Composición característica de los lodos urbanos

Características de los lodos			
	Primarios	Scundarios (F.A.)	Digeridos (mezcla)
SS (g/hab.d)	30-36	18-29	31-40
Contenido de agua (%)	92-96	97,5-98	94-97
SSV (% SS)	70-80	80-90	55-65
Grasas (% SS)	12-16	3-5	4-12
Proteínas (% SS)	4-14	20-30	10-20
Carbohidratos (% SS)	8-10	6-8	5-8
PH	5,5-6,5	6,5-7,5	6,8-7,6
Fósforo (P) (% SS)	0,5-1,5	1,5-2,5	0,5-1,5
Nitrógeno (N) (% SS)	2-5	1-6	3-7
Bacterias patógenas (Nº por 100 ml)	10 ³ -10 ⁵	100-100	10-100
Organismos parásitos (Nº por 100 ml)	8-12	1-30	1-3
Metales pesados (% SS) (Zn, Pb, Cu)	0,2-2	0,2-2	0,2-2
Cantidad de fango (l/hab.d)	0,70	1,70	0,90

Fuente: Torres, 2019

Los procesos que se dan durante el tratamiento de lodos, son utilizados para reducir la cantidad de agua y materia orgánica del lodo para así poder ser reutilizados.

2.2.6.3 POSIBLES DESTINOS DE LOS LODOS

Para Llivichuzca [12] los posibles destinos de los lodos generados en el tratamiento de aguas residuales son los siguientes:

- a) Abono orgánico o biosólido empleado en la agricultura
- b) Recuperación de terrenos agotados
- c) Recuperación de energía eléctrica, mecánica y calorífica (incineración)
- d) Compostaje
- e) Vertidos directamente al mar, ríos, lagos.
- f) Relleno de terrenos, escombreras, minas abandonadas, pantanos, etc.

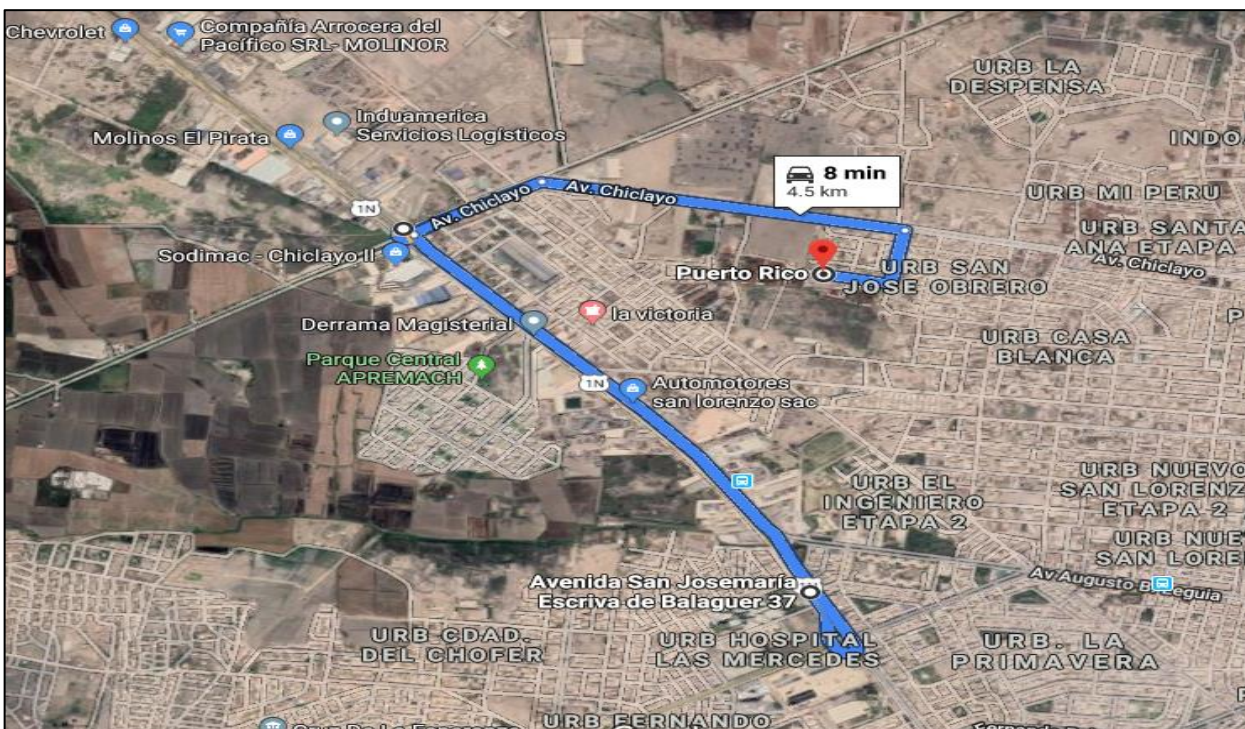
2.2.7 LADRILLERA ARTESANAL EN JOSÉ LEONARDO ORTIZ SELECCIONADA PARA ESTE PROYECTO

2.2.7.1 LADRILLERA ARTESANAL EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ

- Localización y Población Objetivo

La ladrillera artesanal está ubicada en las siguientes coordenadas; **-6.748295, -79.861503**; en el distrito de José Leonardo Ortiz (Urbanización San José Obrero), en la provincia de Chiclayo del departamento de Lambayeque. En el sector José Leonardo Ortiz se eligió a una empresa ladrillera de rubro artesanal cuya producción asciende a los 18 000 Ladrillos/mes, en los cuales se emplean procesos manuales rudimentarios en las diferentes etapas de la elaboración de estas unidades de albañilería artesanal.

Figura 23 Localización de la ladrillera artesanal



Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

Figura 24 Ladrillera artesanal



Fuente: Google Maps – Elaboración propia

- Provincia de Chiclayo

- Datos Geográficos

La provincia de Chiclayo está ubicada en el norte del país, limita por el **norte** con las provincias de Lambayeque y Ferreñafe; por el **este**, con el departamento de Cajamarca; por el **sur**, con el departamento de La Libertad y por el **oeste** con el Océano Pacífico.

- Número de empresas artesanales de producción ladrillera

En el distrito de José Leonardo Ortiz aproximadamente hay 50 ladrilleras artesanales [13]. En la Tabla 4 se muestra la distribución de ladrilleras artesanales en el departamento de Lambayeque.

Tabla 4 Distribución de productores ladrilleros en Lambayeque

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	ZONAS	N° DE EMPRESAS
Lambayeque	Chiclayo	José Leonardo Ortiz	Carretera Chiclayo - Ferreñafe	50
Lambayeque	Chiclayo	Chiclayo	Salida de Chiclayo hacia el sur	10
Lambayeque	Chiclayo	Monsefú	Camino Chiclayo – Monsefú y en el caserío Callanca	25
Lambayeque	Ferreñafe	Ferreñafe	Salida de Ferreñafe	10
Lambayeque	Lambayeque	Lambayeque	Salida de Lambayeque	20
Total				115

Fuente: Dirección Regional de Producción Lambayeque – Sub dirección de Industrias, 23

- Número de personas que trabajan en la producción de ladrillos

En la ladrillera seleccionada, trabajan comúnmente de 2 a 3 personas.

- Ingreso promedio que obtienen los trabajadores en la elaboración de ladrillos

El ingreso promedio que el dueño de dicha ladrillera artesanal obtiene es de S/. 150.00 (ciento cincuenta soles) por millar.

- Organización de los ladrilleros

En el distrito de José Leonardo Ortiz, no existe alguna organización de ladrilleros artesanales.

- Tecnología empleada en la producción de ladrillos

➤ Descripción del tipo de horno

La ladrillera seleccionada para este proyecto presenta 2 hornos (Fig. 25) y se les denomina hornos fijos de fuego directo con techo abierto y se encuentran funcionando periódicamente mes a mes. La estructura del horno (1) presenta las siguientes dimensiones; 4m de largo, 4m de ancho y 3.5 m de alto para una capacidad de 13 millares aproximadamente, y el horno (2) posee las siguientes dimensiones; 3m de largo y 2.40m de ancho y 3.5 m de alto para una capacidad de 5 millares aproximadamente. Los materiales que se utilizan para poder construir este tipo de horno son adobe y ladrillos de arcilla.

En la zona inferior del horno, se forman orificios con el acomodo de los ladrillos, esta forma es especial ya que por la parte superior se adiciona el combustible conforme pasen los días de quemado y es en la parte inferior donde el combustible (cascarilla de arroz) queda encendido para poder alcanzar la mayor temperatura posible. (Fig.26).

Figura 25 Horno artesanal de la ladrillera seleccionada



Fuente: Propia

Figura 26 Forma especial de ubicación de los ladrillos para la cocción



Fuente: Propia

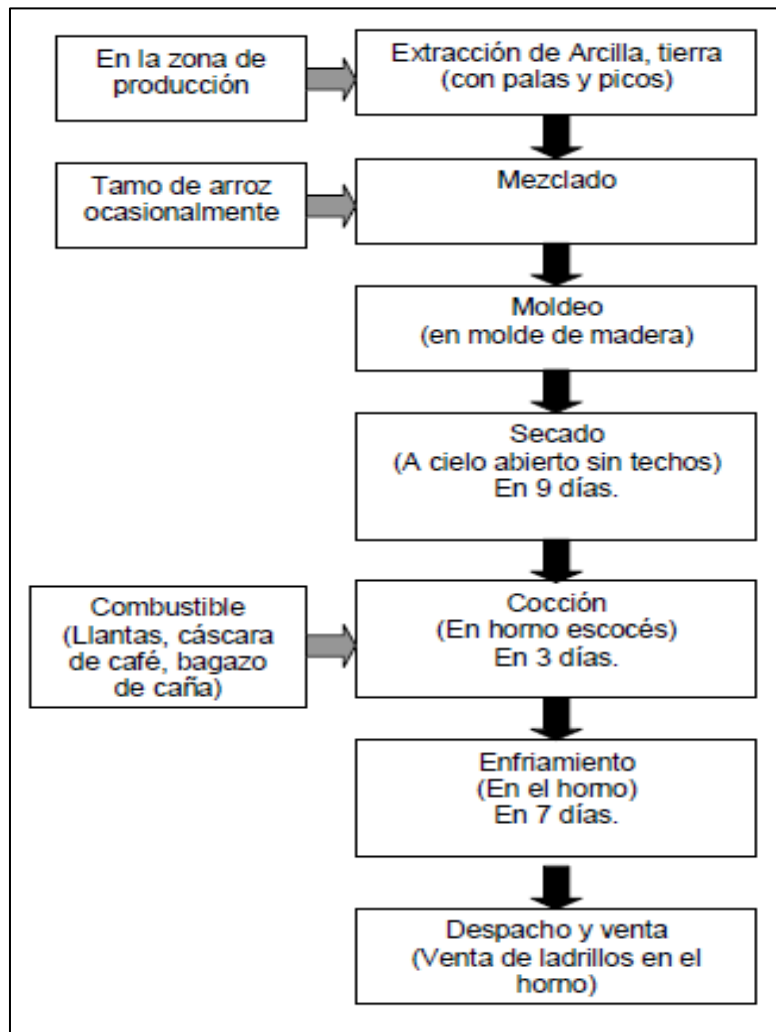
➤ Producción mensual

Los maestros ladrilleros producen según su rendimiento, y según su experiencia llegan a moldear ladrillos macizos (entre 2400 a 2500/ hombre) en una semana. Además En la ladrillera seleccionada la producción mensual es de aproximadamente 18 millares y se realiza dos quemas al mes.

➤ Elaboración de los ladrillos

En la fabricación de estos ladrillos no se utiliza ningún tipo de maquinaria, todos se elaboran artesanalmente, para esto se usan pico y palas donde los trabajadores extraen los materiales los cuales son arcilla y tierra y los movilizan en carretillas llevándolos hacia la zona donde se mezclan y se moldean. El mezclado es realizado a mano y para moldear la mezcla se utilizan moldes de madera (Gaveras). Los materiales para hacer posible la fabricación de los ladrillos son tierra arcillosa, arena fina y agua utilizando ocasionalmente la ceniza de cascarilla de arroz para darle una mejor consistencia a la mezcla.

Figura 27 Diagrama del proceso productivo en horno de 26 millares



Fuente: Programa Regional de Aire Limpio y el Ministerio de Producción [13]

➤ Tipo de combustible que usan en la quema de ladrillos

En el sector José Leonardo Ortiz utilizan los siguientes combustibles:

- Cáscara de café
- Llantas usadas
- Bagazo de caña de azúcar
- Aserrín.
- Cascarilla de Arroz

En la ladrillera seleccionada solo se emplean los siguientes combustibles:

- Llantas usadas: Provenientes de talleres donde se realiza el cambio de llantas de los vehículos, se utilizan 3 unidades para el encendido del horno para una quema.
- Cascarilla de arroz: Este residuo es obtenido de los molinos aledaños a la zona, proveniente del pilado del arroz y es usado para hacer posible la cocción de los ladrillos, procedimiento que dura aproximadamente de 5 a 7 días.

➤ Proceso de encendido del horno

El encendido del horno inicia por la parte inferior, los ladrillos son acomodados de tal manera que la estructura logre obtener la configuración de una abertura que permita el ingreso de los diferentes combustibles para el quemado de los ladrillos. El proceso de cocción de ladrillos es de 5 a 7 días.

Para el encendido y quemado se utiliza una camionada de cascarilla de arroz, aproximadamente 300 sacos negros, la camionada de cascarilla de arroz equivale a S/. 600.00 Soles.

Utilizan también 3 llantas usadas que equivale a S/. 10.00 Soles cada una.

Resumen presupuesto encendido del horno de 18 millares

Descripción	S/.
1 camionada de cascarilla de arroz	600.00
3 llantas	30.00
Total	630.00

- Tipos de ladrillos que producen (Macizos)

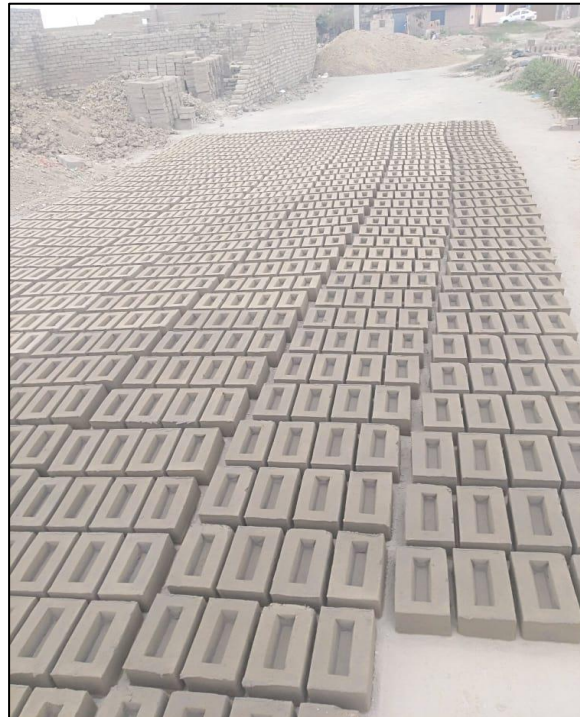
Fabrican dos tipos de ladrillo sólido con las siguientes características:

Tabla 5 Características dimensionales del ladrillo que fabrican en la ladrillera seleccionada

Denominación	Características			Usos y Aplicaciones
	Largo	Ancho	Alto	
Ladrillo King Kong	21	12	8	Ladrillo para muro
Ladrillo King Kong	21	12	6	Ladrillo para muro

Fuente: Elaboración Propia

Figura 28 Ladrillos artesanal Macizo



Fuente: Propia

2.2.8 ENSAYOS DE SUELOS

2.2.8.1 NTP 339.131:1999 (ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO)

- **Definición:** El peso específico es la relación entre el peso en aire del volumen de un material, a una temperatura dada y el peso en aire del mismo volumen de agua destilada a la misma temperatura.
- Los equipos necesarios para realizar este ensayo son los siguientes:

Picnómetro con capacidad aproximada de 100 cm³

Balanza con aproximación de 0.01 g

Bomba de vacío capaz de producir una presión absoluta igual o menor de 100mm de columna de mercurio

Desecador

Varios: cápsulas de porcelana, termómetro, pipeta, etc.

- El procedimiento a realizar es el siguiente:

Primero, debemos tener en cuenta que el ensayo se realiza por duplicado.

Segundo, se coloca la muestra en el picnómetro evitando producir pérdidas y se llena hasta $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad con agua destilada el frasco volumétrico.

Tercero, se elimina el aire atrapado.

Cuarto, se reduce la presión de aire del picnómetro

Quinto, Se llena el picnómetro de agua destilada, se limpia y se seca la parte externa.

El peso específico de las partículas sólidas a una temperatura T, se calcula con la siguiente ecuación:

$$GS = \text{Peso específico} \left(\frac{T}{T \text{ } ^\circ\text{C}} \right) = \frac{Mo}{Mo + (Ma - Mb)}$$

Donde:

GS: peso específico relativo de las partículas

Mo: Masa de la muestra de suelo seco al horno

Ma: Masa del picnómetro lleno de agua a la temperatura T en gramos

Mb: Masa del picnómetro lleno con agua y suelo a la temperatura T, en gramos

T: Temperatura de los contenidos del picnómetro cuando se determinó la masa

Mb en grados centígrados.

2.2.8.2 NTP 339.127:1999 (ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO)

- El objetivo de este ensayo es conocer la cantidad de agua que posee la muestra de suelo con respecto al peso de la muestra seca, es decir el contenido de humedad nos presenta la relación entre el peso de agua y los sólidos del suelo.
- El equipo que se utiliza para realizar este ensayo es:

Una balanza con precisión a 0.1g

Una espátula

Una charola y cápsula de aluminio

Un horno que pueda mantener una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$

- El procedimiento a seguir para realizar el ensayo es el siguiente:

Primero, se pesan cinco taras de metal en una balanza eléctrica, los cuales proporcionan datos precisos.

Segundo, se coloca las muestras en las taras y luego llenar cada tara hasta $\frac{3}{4}$ con suelo.

Tercero, se toma el peso de la tara más la muestra húmeda.

Cuarto, se colocan las taras con muestras de cada extracto en el horno a 110°C por 24 horas.

Quinto, luego de haberse pasado las 24 horas retiramos cada muestra seca del horno con los guantes y se deja enfriar a temperatura ambiente.

Sexto, se pesa la muestra seca más la tara en gramos.

Por último, se procede al cálculo para cada una de las muestras, el peso del suelo seco, del agua y obtener el porcentaje de humedad de cada muestra y el promedio que representa el estado final.

Fórmula del contenido de humedad

$$\alpha = (W_w - W_s) * 100$$

Donde:

W_w = Peso de la muestra húmeda

W_s = Peso de la muestra seca

2.2.8.3 NTP 339.128:1999 (ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO)

- Este ensayo realiza el análisis granulométrico por tamizado y por sedimentación de los suelos, pudiendo efectuarse en forma combinada con uno de los métodos indicados.

Consiste en la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños.

- Los aparatos a utilizar para este ensayo son los siguientes:

Balanza de sensibilidad de 0,01 g

Tamices

Un horno que pueda mantener una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$

- El procedimiento a seguir para realizar el ensayo es el siguiente:

Primero, se separan las porciones retenidas en cada tamiz, el tamizado se efectúa con un movimiento lateral y vertical del tamiz acompañado con un golpeteo.

Segundo, se determina la masa de cada fracción con la balanza, verificando que la suma del total de los tamices y de la porción última debe ser aproximadamente igual a la masa original.

2.2.8.4 NTP 339.129: 1999 (ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS)

- Este método es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos y para especificarla fracción de grano fino de materiales de construcción.
- Los aparatos y materiales utilizados en los ensayos son los siguientes:

Base de caucho duro con una dureza D del Durómetro de 80 a 90

Copa de bronce, con un peso, incluido el manubrio entre 185 g y 215 g

Leva diseñada para levantar la copa suave y continuamente hasta su máxima altura, sobre una distancia de por lo menos 180° de rotación de leva.

Soporte, construido de forma tal que permita un ajuste conveniente y seguro de la altura de caída de una copa hasta 10 mm.

Acanalador hecho de plástico o de metal no corrosible que tenga las dimensiones esenciales.

Calibre metálico para ajustar la altura de la caída de la copa.

Contenedores resistentes a la corrosión con tapas de cierre hermético para especímenes de contenido de humedad

Balanza con una aproximación de 0.01g

Contenedor para almacenaje del espécimen preparado y prevenir la pérdida de humedad.

Placa de vidrio pulido cuadrada de 30cm de lado y 1cm de espesor.

Espátula con hoja flexible y dimensiones aproximadas de 2cm de ancho y de 10cm a 13 cm de longitud.

Tamiz N°40

Frasco de lavado o contenedor similar para lavar los finos

Horno controlado, capaz de mantener continuamente una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$

Recipiente de lavado, circular de base plana, de por lo menos 7.6 cm de profundidad y un diámetro ligeramente mayor en la base (8pulg)

Agua destilada o desmineralizada

- El procedimiento que se debe de seguir es el descrito a continuación para preparar el material:

Primero, el suelo debe ser cribado por la malla N°40, el que debe ser vaciado en una cápsula de porcelana y debe humedecerse 24 horas antes de estas determinaciones.

Segundo, las charolas de aluminio deben de ser pesadas (4 para LL y 2 para LP).

- El procedimiento para obtener el límite líquido es el siguiente:

Primero, colocar una porción del suelo preparado en la copa del dispositivo de límite líquido esparciéndola en la copa formando una superficie aproximadamente horizontal.

Segundo, utilizando el acanalador dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el más bajo sobre el borde de la copa.

Tercero, verificar que no existan restos de suelo por debajo de la copa

Cuarto, levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1.9 a 2.1 golpes por segundo hasta que las dos mitades del suelo estén en contacto en la base de la ranura a una longitud de 13 mm.

Quinto, Los golpes son contados y registrados en la columna de número de golpes. Debe tratarse que en esta condición se cumpla entre 4 y 40 golpes, para que la prueba se tome como bien ejecutada; se recomienda que esta condición se logre una vez en cada uno de los siguientes intervalos de golpes: una vez entre 30 y 40 golpes, otra entre 20 y 30 golpes, otra entre 10 y 20 golpes, y otra entre 4 y 10 golpes

Sexto, las muestras se llevan al horno para determinar el contenido de humedad.

Sétimo, cuando el suelo tenga la humedad correspondiente al LL (ensaye en el intervalo de 20 a 30 golpes), se llena el molde rectangular, en 3 capas, dándole los suficientes golpes a cada capa contra la mesa, con el fin de extraerle el aire atrapado, para después enrasar el molde, limpiar exteriormente con una franela y pesar, anotándolo como: peso del molde + suelo húmedo.

Por último, las muestras son sacadas del horno, se dejan enfriar y se pesan, registrando en la columna de: tara + suelo seco. Con estos datos se obtiene el contenido de agua en los 4 ensayos, con lo que se procede a graficar: número de golpes contra contenido de agua, obteniéndose cuatro puntos, por los que se traza una línea recta por los puntos o parte intermedia de ellos (curva de fluidez), dentro de ella en los 25 golpes se intercepta el contenido de humedad, que corresponderá al límite líquido.

- El procedimiento para obtener el límite plástico es el siguiente:

Primero, elegimos la muestra menos húmeda pero moldeable y hacemos una esfera de 1.5 cm aproximadamente.

Segundo, empezamos a girar o rolar con la palma de la mano sobre la placa de vidrio haciendo un cilindro alargado con un diámetro de 3.2 mm.

Tercero, si este cilindro presenta agrietamientos múltiples, se dice que el suelo presenta el límite plástico, donde se obtendrá muestras de suelo, se someterán al secado para determinar el contenido de agua, el cual equivale al LP.

Cuarto, en caso de no cumplirse la anterior condición, se hará de nuevo una esfera con el suelo y se repetirá el proceso hasta que se cumpla lo especificado.

Para obtener el índice de plasticidad se debe restar el LL-LP.

2.2.8.5 NTP 339.134: 1999 (MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA - SUCS)

- Es un método utilizado en ingeniería para la clasificación de suelos tanto minerales como orgánicos, este método se basa en la determinación de sus características de granulometría, límites de Atterberg y debe ser utilizado cuando se requiera una clasificación precisa.
- Los aparatos que pueden ser requeridos para este ensayo son los siguientes:

Carta de plasticidad

Curva de distribución acumulativa del tamaño de las partículas.

- El procedimiento para clasificar los suelos de grano fino es el siguiente:

El suelo es una arcilla inorgánica si dentro de la carta de plasticidad cae sobre la línea "A", su índice plástico es mayor que 4 y su contenido de materia orgánica no influye en la determinación del límite líquido.

El suelo es una arcilla de baja plasticidad (CL), si el límite líquido es menor de 50

El suelo es una arcilla de alta plasticidad (CH) si el límite líquido es mayor o igual que 50

El suelo es una arcilla limosa (CL-ML), si su posición en la carta de plasticidad cae en o sobre la línea "A" y el índice plástico se encuentre entre 4 y 7.

El suelo es un limo inorgánico si dentro de la carta de plasticidad cae por debajo la línea "A" o su índice plástico es menor que 4 y su contenido de materia orgánica no influye en la determinación del límite líquido.

El suelo es un limo de baja plasticidad (ML), si el límite líquido es menor de 50

El suelo es un limo de alta plasticidad (MH) si el límite líquido es mayor o igual que 50

El suelo es un limo orgánico o una arcilla orgánica si existe presencia de materia orgánica suficiente como influenciar el valor del límite líquido.

Si menos del 30% pero el 15% o más del espécimen de ensayo es retenido en la malla N° 200 las palabras "con arena y/o grava" deberán ser añadidas al símbolo.

Si el 30% o más del espécimen es retenido en la malla N° 200 las palabras "arenoso" o "gravoso" deberán ser añadidas al símbolo.

- El procedimiento para la clasificación de suelos de grano grueso es la siguiente:

Clasifique al suelo como grava si más de 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla N°4

Clasifique al suelo como una arena si el 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla N°4

Si el 12% o menos del espécimen de ensayo pasa la malla N° 200 se deberá graficar la curva granulométrica (ANEXOS) y calcular el coeficiente de uniformidad C_u y de curvatura C_c .

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

Donde:

D_{30} , D_{60} y D_{10} = diámetros de partículas correspondientes al 10, 30 y 60% del peso acumulado que pasa en la curva granulométrica.

Si menos del 5% del espécimen pasa la malla N° 200 clasifique al suelo como una grava bien graduada GW o arena bien graduada SW, si C_u es mayor que 4 para grava o mayor de 6 para arena y C_c es mayor o igual que 1 pero no mayor que 3.

Si menos del 5% del espécimen pasa la malla N° 200 clasifique al suelo como una grava pobremente graduada GW o arena pobremente graduada SW.

Si más del 12% pasa la malla N° 200 deberá ser considerado como suelo de grano grueso con finos arcillosos o limosos dependiendo de su posición en la carta de plasticidad.

Si del 5% al 12% del espécimen pasa la malla N° 200 asigne al suelo una clasificación dual utilizando dos símbolos de grupo.

Si el espécimen es predominantemente grava o arena, pero contiene 15% o más de otros constituyentes de grano grueso, las palabras “con grava” o “con arena” deberán acompañar al nombre.

2.2.9 ENSAYOS A LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

2.2.9.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'_b)

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, sobre cuyas superficies de asiento se coloca un capping de yeso (si la unidad tiene mucho alabeo, debe colocarse una capping de cemento).

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.

$$f'_b = W/A$$

Donde:

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.

Tabla 6 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en MPa (Kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)

Fuente: Norma E-0.70, 2006, p 13

2.2.9.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN O MÓDULO DE ROTURA ($f'_T b$)

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.

$$F'_{Tb} = W/A$$

Donde:

F'_{Tb} = 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.

Tabla 7 Valores Mínimos de Módulos de Rotura

TIPO DE LADRILLO	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
I	6.12
II	7.14
III	8.16
IV	9.18
V	10.20

Fuente: ITINTEC 331.017, 1978, p 6

2.2.9.3 ABSORCIÓN

Es una medida de la permeabilidad de la unidad de albañilería. En las unidades de arcilla no debe exceder el 22%. Las unidades de albañilería con absorción mayor al 22% serán más porosas y por lo tanto, menos resistentes a la acción de la intemperie. La unidad porosa absorberá agua del mortero, sacándolo e impidiendo el adecuado proceso de adherencia mortero-unidad, lo que influye en la disminución de la resistencia del muro.

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:

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

Donde:

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%.

2.2.9.4 SUCCIÓN

Es la medida de la rapidez del agua a adherirse a la unidad en la cara de asiento y es la característica fundamental para definir la relación de mortero – unidad en la inter fase de contacto y por lo tanto la resistencia a la tracción de la albañilería.

Puesto que cuando la unidad tiene demasiada succión, al colocar el mortero esta absorbe el agua de él haciendo que se deforme y se endurezca lo que impide el contacto total con la siguiente unidad.

Se recomienda que la succión al instante de asentarse esté comprendida entre 10 y 20gr/200cm² – min; debido a esta recomendación en el proceso constructivo, las unidades de arcilla serán regadas durante media hora (30 minutos), entre 10 y 15 horas antes de asentarlas. (E.070 Albañilería, RNE 2006).

$$\text{Succión} = ((P_{su} - P_{se}) \times 200) / A$$

Donde:

P_{su}: Peso de unidad en succión (gr)

P_{se}: Peso de unidad en seco (gr)

A: Área de contacto de la unidad (cm²)

2.2.9.5 EFLORESCENCIA

La norma E-070 del RNE (2006) señala que “la unidad de albañilería no tendrá manchas o betas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo. El ensayo se realiza usando 10 unidades enteras.

- Se separa cinco pares por cada diseño de las unidades de albañilería.

- Luego se procede a remover el polvo adherido a la superficie con una brocha o soplete para evitar que pueda ser erróneamente considerado como eflorescencia.

- Se procede a secarlo en horno por un tiempo de 24 horas como indica la NTP 399.613.

- Colocar un espécimen de cada uno de los pares y con un extremo parcialmente sumergido en agua destilada aproximadamente 25 mm de profundidad por 7 días en el laboratorio.

- Luego se dejan secar 24 horas en el horno de secado

- Al cabo de 7 días se observa cada espécimen, a una distancia de 3 metros, bajo una iluminación adecuada notando así las condiciones de eflorescencia.

Tabla 8 Intensidad de la Superficie afectada por eflorescencia

Intensidad	Superficie afectada		
	> 25%	$5\% \leq y \leq 25\%$	< 5%
Velo fino	Ligeramente	No eflorescido	No eflorescido
Velo grueso	Eflorescido	Ligeramente eflorescido	Ligeramente eflorescido
Mancha	Muy eflorescido	Eflorescido	Ligeramente eflorescido

Fuente: Gálvez, 2016 [14]

2.2.9.6 PESO POR UNIDAD DE ÁREA

Este ensayo se realiza según la NTP 399.613, 2005 y consiste en calcular el peso por unidad de área de un espécimen, dividiendo su peso total en kg, entre el área promedio en cm² de las dos caras de la unidad según se coloque en la pared. Estos resultados se reportan de manera separada para cada unidad, así como el promedio de todas las unidades ensayadas, con aproximación de 1 gr.

2.2.9.7 ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

En este ensayo se medirán 10 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 lodos residuales.

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.

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Según la naturaleza de las variables el enfoque es **cuantitativo** y por el fin que se está persiguiendo, la investigación es considerada como **aplicada** ya que se pretende alcanzar la solución al problema anteriormente planteado.

El tipo de investigación es **experimental**, y esto debido a que se manipularán las variables para poder lograr el desarrollo de los objetivos específicos y todos ellos ayudarán a cumplir con el objetivo general.

La investigación se realizará a un nivel **cuasi-experimental**, ya que el nivel de control de las variables es intermedio y tanto las muestras de control como las muestras experimentales no son seleccionadas probabilísticamente.

Las variables consideradas; como dependientes e independientes son las que certifican lo descrito anteriormente.

Variable independiente: la incorporación de lodos secos de agua residual a la mezcla de ladrillos artesanales.

Variables dependientes: las características físicas-mecánicas de los ladrillos cerámicos artesanales.

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 HIPÓTESIS

La hipótesis planteada es la siguiente: Si se incorpora lodos secos de agua residual en la elaboración de ladrillos artesanales, entonces mejorará su resistencia a la compresión como material de construcción no estructural.

3.2.2 DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

El diseño a aplicarse para la presente investigación es de enfoque **cuantitativo**, y esto debido a que las variables como lo mencione anteriormente serán representadas por cantidades numéricas y exactas y en ningún instante serán afectados por agentes externos como son pensamientos personales. Los resultados en los diferentes ensayos que se han planteado se expresarán en números para poder determinar los efectos ocasionados por la incorporación del material elegido (Lodos secos de agua residual) sobre la mezcla para la elaboración de los ladrillos artesanales.

3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

La **población** específica para lograr el desarrollo de esta investigación, comprende a la cantidad total de ladrillos, llegando a utilizarse 180 unidades, dividiéndose en ladrillos artesanales tradicionales (comunes), ladrillos patrón (ladrillos comunes mejorados) y ladrillos artesanales con incorporación de lodos secos de agua residual.

Este total fue tomado según lo estipulado de acuerdo a las especificaciones de las Normas y Reglamentos vigentes y serán suficientes para obtener la información requerida.

Para esta investigación la **muestra** será igual a la población, por ende se realizó un **muestreo** no probabilístico, ya que la población está condicionada a las características establecidas por el investigador.

Para esta investigación como se mencionó, se consideraron 180 unidades experimentales con incorporaciones porcentuales en peso de la unidad patrón y están distribuidas de la siguiente manera.

Tabla 9 Identificación de muestras a utilizar

CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Muestra Común	Ladrillos tradicionales hechos a experiencia del ladrillero	20
Muestra A (Patrón)	Reajuste de la mezcla tradicional para mejorar el f ⁷ b	20
Muestra B	Incorporación del 2.5 % de lodos a la Muestra patrón reajustada.	20
Muestra C	Incorporación del 5 % de lodos a la Muestra patrón reajustada.	20
Muestra D	Incorporación del 7.5 % de lodos a la Muestra patrón reajustada.	20
Muestra E	Incorporación del 10 % de lodos a la Muestra patrón reajustada.	20
Muestra F	Incorporación del 15 % de lodos a la Muestra patrón reajustada.	20
Muestra G	Incorporación del 20 % de lodos a la Muestra patrón reajustada.	20
Muestra H	Incorporación del 25 % de lodos a la Muestra patrón reajustada.	20
Total		180

Fuente: Elaboración Propia

3.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Para esta investigación se tomó criterios de selección según las normas del reglamento nacional de edificaciones; Norma E.070, 2006 Albañilería.

Tabla 10 Número total de muestras para los ensayos

Muestras (%)	Común	A Patrón	B 2.5	C 5	D 7.5	E 10	F 15	G 20	H 25
Ensayos									
Variac. Dimensional, Alabeo, Peso por Unidad de Volumen	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Absorción	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Succión	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Eflorescencia	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Resistencia a la compresión (f'ḃ)	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Fuente: ITINTEC 331.019, 1978

3.5 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla 11 Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	UNIDAD DE MEDIDA	
Var. Independiente: (X)	Incorporación de lodos secos de agua residual a la mezcla		Cantidad de lodos	* Peso	Ficha de registro	%
Var. Dependientes: (Y)	Comportamiento de las Características físico - mecánico de los ladrillos cerámicos artesanales como material de construcción no estructural	Características Técnicas	Características físicas	* Variación dimensional	Ficha de registro	%
				* Alabeo	Ficha de registro	mm
				* Peso por unidad de vol.	Ficha de registro	Kg/cm ³
				* Absorción	Ficha de registro	%
				* Succión	Ficha de registro	gr/cm ² – min
*Eflorescencia	Ficha de Observación	%				
Características Mecánicas	Costos	Costos	* Resistencia a la flexión por tracción (f't)	Ficha de registro	Kg/cm ²	
			* Resistencia a la compresión (f'b)	Ficha de registro	Kg/cm ²	
			Costos de Materiales Costos de Equipos y/o Herramientas Costo Personal	Ficha de proforma, cotización	Soles (S/.)	
Características Ambientales	Evaluación de Impacto Ambiental	Conaminaión del aire Conaminaión del suelo Conaminaión del agua	Matriz de Leopold	---		

Fuente: Elaboración Propia

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1 TÉCNICAS

- **Observación directa**, donde el investigador observa y así recolecta los datos y se manipulan las variables en estudio, pudiendo comprobar cada comportamiento en el procedimiento de la elaboración de los ladrillos artesanales.

3.6.2 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Fueron mediante **Fichas de registro** para cada ensayo realizado, como se muestra a continuación:

Tabla 12 Instrumentos utilizados

ENSAYOS	NORMAS		INSTRUMENTO
Variación Dimensional, Alabeo, Peso por Unidad de Volumen.	ITINTEC 331.017 331.018 y 331.019	NORMA TÉCNICA PERUANA	Ficha de registro
Absorción		399.613, 2005	Ficha de registro
Succión		E.070 (2006).	Ficha de registro
Eflorescencia			Ficha de observación
Resistencia a la compresión (f' b)			Ficha de registro

Fuente: Elaboración Propia

- Los ensayos se realizaron en el laboratorio de ensayo de materiales, suelos y pavimentos de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT).

3.7 PROCEDIMIENTOS

3.7.1 MATERIALES

➤ Lodos Secos de Aguas Residuales

Los lodos secos de aguas residuales se depositan en una laguna de lodos (Fig. 29, 30 y 31) y queda ubicado en la misma PTAR de San José – Lambayeque, en el Km 6 de la Carretera Chiclayo – San José a 500 m de Ciudad de Dios.

Figura 29 Vista Satelital de la ubicación de la PTAR - San José



Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

Figura 30 Laguna de lodos donde están almacenado los lodos actualmente para su total deshidratación.



Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

Figura 31 Laguna de lodos Secos



Fuente: Propia

- Obtención de los lodos

Para obtener los lodos se hizo el recojo en las lagunas de maduración (Fig. 32), puesto que es ahí donde los lodos se encuentran con un mayor grado de estabilización y se las depositó en un hueco acondicionado de la laguna de lodos secos, para su total deshidratación (Fig. 33 y 34).

Figura 32 Recojo de Lodos (Apoyo del personal de Epsel S.A.)



Fuente: Propia

Figura 33 Acondicionamiento de Lodos para su deshidratación



Fuente: Propia

Figura 34 Deshidratación de Lodos



Fuente: Propia

- Muestra del Lodo

Para este estudio se utilizaron lodos obtenidos de la laguna de lodos secos de la PTAR de San José – Lambayeque, que previamente se han molido y tamizado por la Malla N° 10.

Para el molido del material se realizó por medio de la máquina de abrasión de los Ángeles, dejándolo dar entre 1000 y 1500 vueltas para un mejor resultado.

Figura 35 Molienda de Lodos secos de Agua Residual



Fuente: Propia

Figura 36 Tamizado de Lodos secos – Malla N° 10.



Fuente: Propia

- Caracterización Química del Lodo

Para poder caracterizar la composición química del material de estudio se llevó la muestra a la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), ya que ahí cuentan con laboratorios especializados en ensayos químicos a los materiales. Para su caracterización se dio prioridad a las propiedades que más nos interesan en esta investigación, en la siguiente tabla se pueden apreciar los resultados de dicha caracterización química.

Tabla 13 Composición Química de los Lodos secos de Agua Residual – PTAR de San José - Lambayeque

DETERMINACIONES	Unidades	Resultados
pH	-	7.54
MATERIA ORGÁNICA	%	3.21
SALES SOLUBLES	%	0.643
NITROGENO	%	1.04
FÓSFORO	%	0.017
POTASIO	%	0.344
SiO ₂	%	11.24
Al ₂ O ₃	%	19.32
Fe ₂ O ₃	%	0.22

Fuente: Laboratorio de Servicios a la comunidad e investigación – LASACI - UNT, 2019

- Caracterización Física del Lodo

Para poder caracterizar físicamente el material de estudio se llevó a cabo ensayos a la muestra en el laboratorio de ensayo de materiales, suelos y pavimentos perteneciente a la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT). Para su caracterización se dio prioridad a las propiedades que más nos interesan en esta investigación, a continuación, se menciona los ensayos que fueron realizados al material de estudio.

1. Contenido de Sales
2. Contenido de Humedad
3. Gravedad específica
4. Granulometría
 - Por Tamizado
 - Por Sedimentación
5. Límites de Atterberg (Límite líquido y Límite plástico)

➤ **Suelo arcilloso – Sector el Carrizo**

El suelo arcilloso utilizado para esta investigación proviene de las chacras del Sector el Carrizo – Centro poblado del distrito de Lambayeque con coordenadas geográficas; - **6.735019, -79.972402**. Este suelo es comprado por el dueño de la ladrillera (Justo Eugenio Tambo) a un tercero que le consigue traer 2 camionadas (15 m³ por camión) al mes, y este es depositado en su terreno, para luego darle el uso en la mezcla para la elaboración de sus ladrillos.

Figura 37 Suelo arcilloso que se usa en la elaboración de los ladrillos



Fuente: Propia

- Muestra de Suelo Arcilloso

Para este estudio se utilizó la arcilla obtenida del Sector el Carrizo tal cual la compra el dueño de los propietarios de las chacras, y que para su uso previamente se ha molido por medios manuales (Pico y palana).

Figura 38 Molienda de suelo arcilloso manualmente



Fuente: Propia

- Caracterización Química del Suelo Arcilloso

Para poder caracterizar la composición química del material de estudio se llevó la muestra a la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), ya que ahí cuentan con laboratorios especializados en ensayos químicos a los materiales. Para su caracterización se dio prioridad a las propiedades que más nos interesan en esta investigación, en la siguiente tabla se pueden apreciar los resultados de dicha caracterización química.

Tabla 14 Composición Química del Suelo arcilloso del Sector el Carrizo - Lambayeque

DETERMINACIONES	Unidades	Resultados
pH	-	7.2
MATERIA ORGÁNICA	%	4.47
SALES SOLUBLES	%	0.876
NITROGENO	%	1.68
FÓSFORO	%	0.044
POTASIO	%	0.326
SiO ₂	%	13.3
Al ₂ O ₃	%	24.7
Fe ₂ O ₃	%	0.32

Fuente: Laboratorio de Servicios a la comunidad e investigación – LASACI – UNT, 2019

- Caracterización Física del Suelo Arcilloso

Para poder caracterizar físicamente el material de estudio se llevó a cabo ensayos a la muestra en el laboratorio de ensayo de materiales, suelos y pavimentos perteneciente a la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT). Para su caracterización se dio prioridad a las propiedades que más nos interesan en esta investigación, a continuación se menciona los ensayos que fueron realizados al material de estudio.

1. Contenido de Sales
2. Contenido de Humedad
3. Gravedad específica
4. Granulometría
 - Por Tamizado
 - Por Sedimentación
5. Límites de Atterberg

➤ **Arena Negra (Fina)**

La arena utilizada para esta investigación proviene de las dunas que están camino de Chiclayo a San José (Ref. Yendo por la trocha que ingresa por el molino Los Ángeles S.R.L). Esta arena es comprada por el dueño de la ladrillera (Justo Eugenio Tambo) a un tercero que le consigue traer 1 camionada (15 m³ por camión) al mes, y este es depositado en su terreno, para luego darle el uso en la mezcla para la elaboración de sus ladrillos.

Figura 39 Arena negra fina que se usa en la elaboración de los ladrillos



Fuente: Propia

- Muestra de Arena negra fina

Para este estudio se utilizó la arena obtenida de las dunas, camino Chiclayo – San José tal cual la compra el dueño, y que para su uso previamente se ha quitado ramas y algunos materiales gruesos por medios manuales.

- Caracterización Física de la Arena negra fina

Para poder caracterizar físicamente el material de estudio se llevó a cabo ensayos a la muestra en el laboratorio de ensayo de materiales, suelos y pavimentos perteneciente a la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT). Para su caracterización se dio prioridad a las propiedades que más nos interesan en esta investigación, a continuación se menciona los ensayos que fueron realizados al material de estudio.

- 1 Contenido de Sales
- 2 Contenido de Humedad
- 3 Gravedad específica
- 4 Granulometría
 - Por Tamizado
 - Por Sedimentación

3.7.2 DISEÑO DE MEZCLAS PARA UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Para realizar el diseño mezcla para unidades de albañilería de arcilla, en primer lugar se revisó bibliografía, tal como menciona Gallegos y Casabonne [10], donde nos indica que un ladrillo es adecuado cuando en la composición de mezcla está presente hasta un 70% de arcilla pura y que como mínimo la mezcla debe presentar un 30% de arena del total.

En la siguiente tabla se muestra el reajuste hecho a la mezcla del ladrillo artesanal tradicional común para poder obtener un ladrillo con mejor respuesta a la compresión. A esa mezcla reajustada se le incorpora los porcentajes de lodo seco de agua residual.

Cabe mencionar que los maestros ladrilleros elaboran ladrillos mediante su experiencia de trabajo (El dueño de la ladrillera seleccionada comentó que ya tiene más de 20 años en el campo de la fabricación de ladrillos artesanales) y que su dosificación en volumen es aproximadamente 2: 1 (Suelos arcilloso - Arena negra fina).

En primer lugar se realizó una dosificación en peso, para luego poder llevar la dosificación de la mezcla a volumen y ser así una mejor forma de trabajar al momento de elaborar los ladrillos.

DOSIFICACIÓN DE MATERIALES PARA ELABORAR LADRILLOS DE ARCILLA CON LAS SIGUIENTES DIMENSIONES

Datos:

- Dimensiones de la Gavera Tradicional Común (Molde para la forma del ladrillo):
 - Largo: 23 cm = 0.23 m
 - Ancho: 13 cm = 0.13 m
 - Alto: 9 cm = 0.09 m
 - Volumen: $0.23 \times 0.13 \times 0.09 = 0.0027 \text{ m}^3$
 - Peso unitario de tierra seca (E.020) : 1600 kg/m³
 - Cantidad de ladrillos necesarios para ensayos: 20
 - Cantidad total de mezcla necesaria para elaborar 20 ladrillos: $0.0027 \times 1600 \times 20$
= **86.40 Kg.**

- Dimensiones de la Gavera Reajustada (Molde para la forma del ladrillo):
 - Largo: 24 cm = 0.24 m
 - Ancho: 15 cm = 0.15 m
 - Alto: 10 cm = 0.10 m
 - Volumen: $0.24 \times 0.15 \times 0.10 = 0.0036 \text{ m}^3$
 - Peso unitario de tierra seca (E.020) : 1600 kg/m³
 - Cantidad de ladrillos necesarios para ensayos: 20
 - Cantidad total de mezcla necesaria para elaborar 20 ladrillos: $0.0036 \times 1600 \times 20$
= **115.20 Kg.**

Nota: Además por elaboración y comprobación propia:

- Peso de un balde de 4 L (lleno de arena negra fina): Aprox. 7 Kg.
- Peso de un balde de 4 L (lleno de suelo arcilloso): Aprox. 6 Kg.
- Peso de un balde de 4 L (lleno de lodo seco de agua residual tamizada por la malla N° 10): Aprox. 5 Kg.

Tabla 15 Dosificación de Materiales Empleados en peso para elaborar 180 ladrillos de arcilla

PROPORCIONES EN PESO (Kg)							
DENOMINACIÓN	% DE INCORPORACIÓN DE LODOS	CANTIDAD DE LADRILLOS (Und)	RELACIÓN DE DOSIFICACIÓN (%)	SUELO ARCILLOSO (Kg)	ARENA FINA (Kg)	LODOS DE AGUA RESIDUAL (Kg)	AGUA (Balde de 10 L)
Común	0 %	20	67 : 33 : 0	57.89	28.51	---	2
A (Patrón)	0 %	20	70 : 30 : 0	80.64	34.56	---	2 1/2
B	2.5 %	20	70 : 30 : 2.5	80.64	34.56	2.88	2 1/2
C	5 %	20	70 : 30 : 5	80.64	34.56	5.76	2 1/2
D	7.5 %	20	70 : 30 : 7.5	80.64	34.56	8.64	3
E	10 %	20	70 : 30 : 10	80.64	34.56	11.52	3 1/4
F	15 %	20	70 : 30 : 15	80.64	34.56	17.28	3 1/4
G	20 %	20	70 : 30 : 20	80.64	34.56	23.04	3 1/4
H	25 %	20	70 : 30 : 25	80.64	34.56	28.80	3 1/2
TOTAL	---	180	---	703.01	304.99	97.92	25 3/4 bal.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Dosificación de Materiales Empleados en volumen para elaborar 180 ladrillos de arcilla

PROPORCIONES EN VOLUMEN (Balde de 4 L)							
DENOMINACIÓN	% DE INCORPORACIÓN DE LODOS	CANTIDAD DE LADRILLOS (Und)	RELACIÓN DE DOSIFICACIÓN (%)	SUELO ARCILLOSO (Balde de 4L)	ARENA FINA (Balde de 4L)	LODOS DE AGUA RESIDUAL (Balde de 4L)	AGUA (Balde de 10 L)
Común	0 %	20	67 : 33 : 0	9 3/4	4 1/4	---	2
A (Patrón)	0 %	20	70 : 30 : 0	13 1/2	5	---	2 1/2
B	2.5 %	20	70 : 30 : 2.5	13 1/2	5	3/4	2 1/2
C	5 %	20	70 : 30 : 5	13 1/2	5	1 1/4	2 1/2
D	7.5 %	20	70 : 30 : 7.5	13 1/2	5	1 3/4	3
E	10 %	20	70 : 30 : 10	13 1/2	5	2 1/2	3 1/4
F	15 %	20	70 : 30 : 15	13 1/2	5	3 1/2	3 1/4
G	20 %	20	70 : 30 : 20	13 1/2	5	4 3/4	3 1/4
H	25 %	20	70 : 30 : 25	13 1/2	5	5 3/4	3 1/2
TOTAL	---	180	---	117 3/4	44 1/4	20 1/4	25 3/4 bal.

Fuente: Elaboración propia

DOSIFICACIÓN DE MATERIALES PARA ELABORAR VIGAS DE ARCILLA CON LAS SIGUIENTES DIMENSIONES

Datos:

- Dimensiones del Molde para la forma de la viga:
 - Largo: 50 cm = 0.50 m
 - Ancho: 15 cm = 0.15 m
 - Alto: 15 cm = 0.15 m
 - Volumen: $0.50 \times 0.15 \times 0.15 = 0.0113 \text{ m}^3$
 - Peso unitario de tierra seca (E.020) : 1600 kg/m³
 - Cantidad de vigas necesarias para ensayos: 10
 - Cantidad total de mezcla necesaria para elaborar 2 vigas: $0.0113 \times 1600 \times 2 =$
36.16 Kg.

Nota: Además por elaboración y comprobación propia:

- Peso de un balde de 4 L (lleno de arena negra fina): Aprox. 7 Kg.
- Peso de un balde de 4 L (lleno de suelo arcilloso): Aprox. 6 Kg.
- Peso de un balde de 4 L (lleno de lodo seco de agua residual tamizada por la malla N° 10): Aprox. 5 Kg.

Tabla 17 Dosificación de Materiales Empleados en peso para elaborar 10 vigas de arcilla

PROPORCIONES EN PESO (Kg)							
DENOMINACIÓN	% DE INCORPORACIÓN DE LODOS	CANTIDAD DE VIGAS (Und)	RELACIÓN DE DOSIFICACIÓN (%)	SUELO ARCILLOSO (Kg)	ARENA FINA (Kg)	LODOS DE AGUA RESIDUAL (Kg)	AGUA (Balde de 10 L)
Común	0 %	2	67 : 33 : 0	24.23	11.93	---	1
A (Patrón)	0 %	2	70 : 30 : 0	25.31	10.85	---	1
B	2.5 %	2	70 : 30 : 2.5	25.31	10.85	0.90	1 1/4
C	5 %	2	70 : 30 : 5	25.31	10.85	1.81	1 1/4
D	7.5 %	2	70 : 30 : 7.5	25.31	10.85	2.71	1 1/4
TOTAL	---	10	---	125.47	55.33	5.42	5 3/4 bal.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 Dosificación de Materiales Empleados en volumen para elaborar 10 vigas de arcilla

PROPORCIONES EN VOLUMEN (Balde de 4 L)							
DENOMINACIÓN	% DE INCORPORACIÓN DE LODOS	CANTIDAD DE VIGAS (Und)	RELACIÓN DE DOSIFICACIÓN (%)	SUELO ARCILLOSO (Balde de 4L)	ARENA FINA (Balde de 4L)	LODOS DE AGUA RESIDUAL (Balde de 4L)	AGUA (Balde de 10 L)
Común	0 %	2	67 : 33 : 0	4 1/4	1 3/4	---	1
A (Patrón)	0 %	2	70 : 30 : 0	4 1/4	1 3/4	---	1
B	2.5 %	2	70 : 30 : 2.5	4 1/4	1 3/4	1/4	1 1/4
C	5 %	2	70 : 30 : 5	4 1/4	1 3/4	1/2	1 1/4
D	7.5 %	2	70 : 30 : 7.5	4 1/4	1 3/4	3/4	1 1/4
TOTAL	---	10	---	21 1/4	8 3/4	4 1/2	5 3/4 bal.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 Resumen de la Dosificación de Materiales Empleados en esta investigación en Peso

MATERIALES	SUELO ARCILLOSO (Kg)	ARENA FINA (Kg)	LODOS DE AGUA RESIDUAL (Kg)	AGUA (L)
Cantidad para 180 Ladrillos (23 X 13 X 9)	703.01	304.99	97.92	257.5
Cantidad para 10 vigas (50 X 15 X 15)	125.47	55.33	5.42	57.5
TOTAL	828.48	360.32	103.34	315

Fuente: Elaboración propia

Pesos unitarios de los siguientes materiales:

- ✓ Peso unitario de tierra seca suelta E.020 (suelo arcilloso): 1600 kg/m³
- ✓ Peso unitario de arena negra fina: 1700 kg/m³
- ✓ Densidad del lodo seco de agua residual (Metcalf-Eddy, 1974): 1020 kg/m³

Tabla 20 Resumen de la Dosificación de Materiales Empleados en esta investigación en Volumen

MATERIALES	SUELO ARCILLOSO (m ³)	ARENA FINA (m ³)	LODOS DE AGUA RESIDUAL (m ³)	AGUA (m ³)
Cantidad para 180 Ladrillos (23 X 13 X 9)	0.44	0.18	0.10	0.26
Cantidad para 10 vigas (50 X 15 X 15)	0.08	0.03	0.005	0.06
TOTAL	0.52	0.21	0.11	0.32

Fuente: Elaboración propia

3.7.3 ELABORACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ARTESANAL

La *extracción* de los materiales: En este caso el suelo arcilloso provino del sector El Carrizo (Terrenos agrícolas en parte alta, que sus dueños quieren vender); lo extrae un tercero con maquinaria, trayendo el material hasta la ladrillera a un precio de S/. 150.00 una camionada (15 m³), la arena es traída de las dunas ubicadas camino de Chiclayo a San José; lo extrae un tercero con maquinaria, trayendo el material hasta la ladrillera a un precio de S/. 180 .00 una camionada (15 m³) y los lodos provenientes de la PTAR de San José, se hizo con palanas y carretillas; no existe mercado de este material; pero para esta investigación se asumirá un precio inferior al del suelo arcilloso a S/. 120.00 una camionada (15 m³). A todos los materiales se pasa por un proceso de tamizado que en este caso es manual, para así poder separar las piedras (guijarros) y otros materiales extraños.

La *molienda* de la materia prima (suelo arcilloso) se realizó por medios manuales como se observa en la siguiente figura.

Figura 40 Molienda de la materia prima



Fuente: Propia

El *mezclado* de la materia prima (arcilla + arena + % de Lodo seco + agua) se realizó en pequeños montones con los diferentes porcentajes de incorporación de lodo y se mezcló las masas por medio del apisonado hasta que la mezcla quede bien batida y se dejó reposar la tierra durante mínimo un día (Fig. 41 y Fig. 42).

Figura 41 Mezclado de la materia prima



Fuente: Propia

Figura 42 Mezcla en reposo durante un día



Fuente: Propia

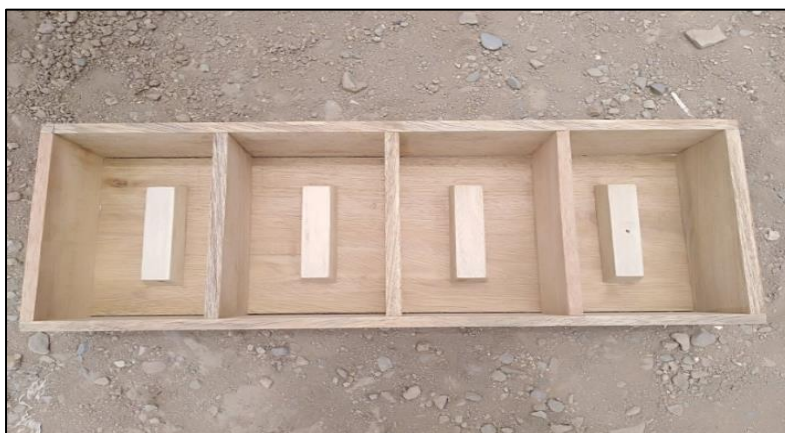
El *moldeado* (Labrado) se realizó tomando parte de la mezcla para ser vertido con fuerza sobre moldes de madera denominado gavera (Fig.43, fig. 44 y fig. 45). Se realizó ladrillos de la mezcla tradicional común (20 unidades) que ellos realizan, ladrillos con el reajuste óptimo (Patrón - dosificación mejorada que ofrece una mejor resistencia a la compresión – 20 unidades) y ladrillos con incorporación de lodos secos de agua residual en la mezcla del reajuste óptimo (patrón – 140 unidades), además se realizaron 10 vigas para poder evaluar también su resistencia a la flexión (2 vigas de la mezcla tradicional común, 2 de la mezcla con reajuste óptimo y 6 vigas con las incorporaciones de 2.5%, 5% 7.5%).

Figura 43 Molde para ladrillo artesanal tradicional (23 x 13 x 9 cm)



Fuente: Propia

Figura 44 Molde para ladrillo artesanal – Ladrillo Patrón (24 x 15 x 10 cm)



Fuente: Propia

Figura 45 Molde para viga artesanal (50 x 15 x 15 cm)



Fuente: Propia

Figura 46 Moldeado de la mezcla



Fuente: Propia

El proceso de *secado* se realizó acomodando las unidades en un tendal (área de terreno nivelado) para quitarles la mayor cantidad posible de humedad antes de ser quemado en el horno.

Se tomó una muestra de estos ladrillos después de estar 5 días secando bajo el sol; se obtuvo su peso; luego se lo dejó en el horno del laboratorio por 24 horas; se procedió a pesar nuevamente obteniéndose así el porcentaje de humedad natural y este fue de 3.55 % y con esta humedad es con la que ingresan al horno de quemado.

Figura 47 Secado natural de ladrillos artesanales



Fuente: Propia

Figura 48 Secado natural de vigas artesanales



Fuente: Propia

Figura 49 Rotura de vigas en las mezcla tradicional, común (67% Suelo arcilloso - 33% Arena negra fina)



Fuente: Propia

Como se puede apreciar en la figura anterior (Fig. 49), las 2 vigas corresponden a la muestra **A** (67% Suelo arcilloso – 33% Arena negra fina), esto nos quiere decir que hubo mucha contracción por aire mientras se secaba de manera natural bajo el sol; no soportaron los esfuerzos al reducirse de tamaño debido a la pérdida de humedad ya que por sus dimensiones tenían mucho contenido de agua.

Figura 50 Rotura de viga en la mezcla mejorada, patrón (70% Suelo arcilloso - 30% Arena negra fina)



Fuente: Propia

Como se puede apreciar en la figura anterior (Fig. 50), La viga agrietada corresponde a la muestra **B** (70% Suelo arcilloso – 30% Arena negra fina), esto nos quiere decir que también como la muestra **A** no pudo resistir los esfuerzos de contracción por aire debido a la pérdida de humedad.

Según lo visto anteriormente, podemos apreciar que tanto las muestras A y B que no tienen incorporación de lodos en su mezcla, no pudieron soportar esfuerzos de contracción por aire, a diferencia de las otras muestras como la C (2.5% de incorporación), D (5% de incorporación) y E (7.5% de incorporación) que no sufrieron ningún tipo de fisuras o agrietamiento.

El *quemado* se efectuó en un horno fijo de fuego directo, estando este abierto por la parte superior (Fig. 51), por donde se le adiciona el combustible de quemado; que en este caso fue cascarilla de arroz. Según la ubicación de los ladrillos en el horno (parte alta, intermedia y baja) muestran diferencias en la resistencia a la compresión superando en muchos casos el 50%. Este proceso dura un aproximado entre 5 y 7 días.

Los 180 ladrillos y las 7 vigas en buen estado fueron quemados junto con una hornada de 10 MILLARES de ladrillos del propietario (Justo Eugenio Tambo) y su ubicación en el horno fue en la zona intermedia.

Figura 51 Horno artesanal



Fuente: Propia

Figura 52 Combustible para el quemado de los ladrillos (Cascarilla de arroz)



Fuente: Propia

Figura 53 Ubicación especial de los ladrillos en el horno



Fuente: Propia

Figura 54 Quemado de ladrillos en el horno



Fuente: Propia

Figura 55 Vista superior del horno artesanal durante la quema de los ladrillos



Fuente: Propia

Como lo menciona Rodríguez, et al. [15] Quienes hicieron medidas de temperatura en los diferentes niveles de un horno tipo escocés modificado (la parte frontal es semicircular y la parte posterior es rectangular con una capacidad de 25 MILLARES) de tiro directo durante el quemado de los ladrillos, utilizando termopares (sensores para medir temperatura), dando los siguientes resultados de temperatura (5 de los 11 termopares instalados).

T1: Ubicado justo arriba de la boca de alimentación (Hasta 850 °C en las 5 primeras horas).

T2: Ubicado al frente y a media altura del horno (Hasta 650 °C en las 15 primeras horas)

T5: Ubicado en el centro del horno (Hasta 1000 °C en las 10 primeras horas)

T8: Ubicado en medio y parte alta del horno (Hasta 1000 °C en las 20 primeras horas)

T9: Ubicado en la esquina posterior izquierda y parte alta del horno (Hasta 850 °C en las 25 primeras horas).

El combustible utilizado fue aserrín, y según sus conclusiones cuando se logra la temperatura entre los 600 y 1000 °C los ladrillos ya quedan cocidos, y si la temperatura supera los 1000 °C, existe la posibilidad de que parte de los ladrillos se fundan, quedando evidencia de merma.

Para determinar a qué temperatura eran quemados los ladrillos y las vigas se hicieron 2 mediciones:

- En un primer momento se utilizó un *Termómetro de varilla de vidrio con funda de protección*, teniendo como límite una temperatura de -50 °C hasta + 500 °C, y como se aprecia en las (Fig. 59), el termómetro de vidrio se fundió, y como es bien sabido la temperatura de fusión del vidrio es a partir de los 530 °C, indicando entonces que la temperatura en el horno artesanal fue superior a este límite.
- En un segundo momento se utilizó un *Termómetro de horno de acero inoxidable (Casero)* teniendo como límite una temperatura desde 0 °C hasta +300 °C, y como se aprecia en las (Fig. 60, 61, 62 y Fig. 63), el termómetro marco una temperatura de 200 °C, indicándonos la temperatura en el horno artesanal después de 1 día de apagado, por ello es que los maestros ladrilleros tienen que esperar entre 1 y 2 días para poder descargar por completo los ladrillos del horno.

Figura 56 Termómetro de varilla de vidrio con funda de protección



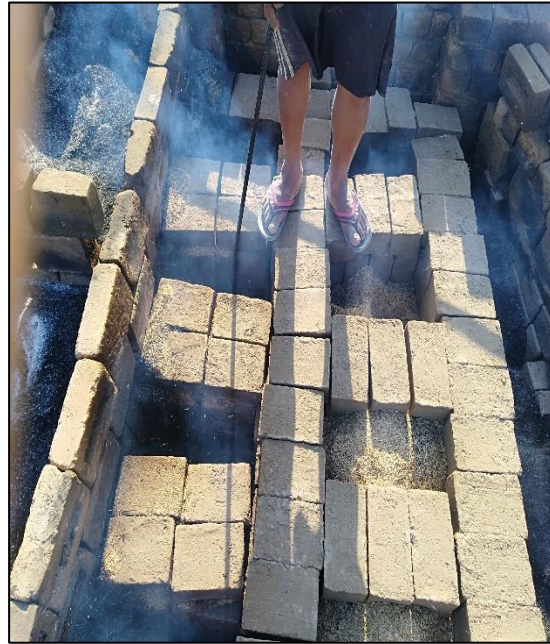
Fuente: Propia

Figura 57 Termómetro listo para ingresar al horno



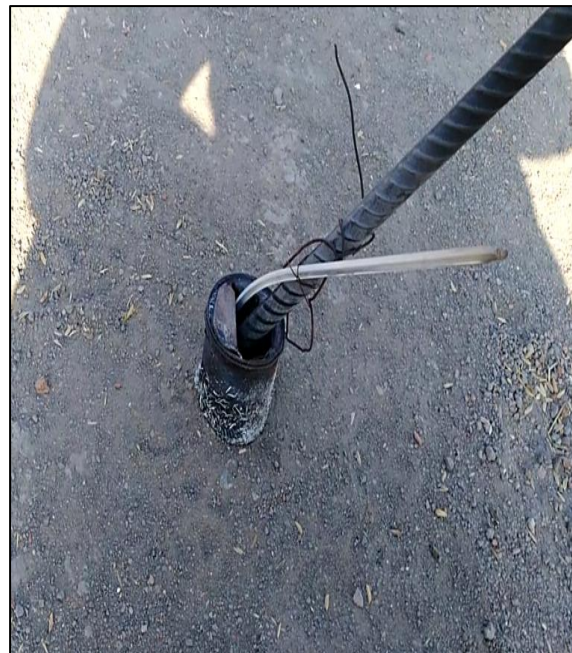
Fuente: Propia

Figura 58 Termómetro en el interior del horno entre 3 y 8 minutos



Fuente: Propia

Figura 59 Termómetro de vidrio fundido por la alta temperatura del horno



Fuente: Propia

Figura 60 Termómetro de acero inoxidable para horno casero



Fuente: Propia

Figura 61 Termómetro listo para ingresar al horno



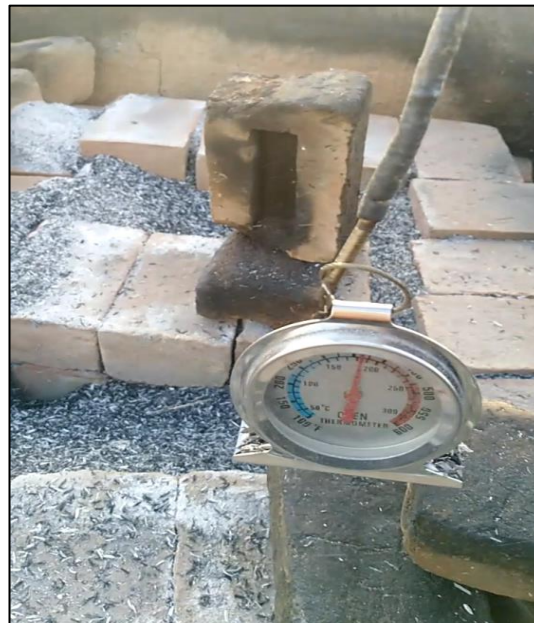
Fuente: Propia

Figura 62 Termómetro en el interior del horno entre 3 y 8 minutos



Fuente: Propia

Figura 63 Termómetro indicando 200 °C a un día de apagado del horno



Fuente: Propia

Figura 64 Descarga de Ladrillos de arcilla Artesanales



Fuente: Propia

Figura 65 Ladrillos de Arcilla con Incorporación de Lodos



Fuente: Propia

Figura 66 Ladrillos de arcilla listos para ensayar



Fuente: Propia

Figura 67 Descarga de Vigas de Arcilla con Incorporación de Lodos



Fuente: Propia

Figura 68 Vigas listas para ensayar en el laboratorio



Fuente: Propia

Debido a que la temperatura en el horno no es constante y como en toda ladrillera artesanal que no cuenta con controles de calidad se puede apreciar que al final de una hornada quedan ladrillos en estado crudo (que se volverán a quemar en otra hornada) y ladrillos que se funden quedando inservibles a estos últimos se les conoce como MERMA.

Los ladrillos con los diferentes porcentajes de incorporación de lodos fueron quemados en una hornada de 10 MILLARES, pudiendo observarse lo siguiente al finalizar la jornada del horno:

De los 10 MILLARES quedaron crudos aproximadamente 400 unidades (Fig. 61); lo que representa el 4% de la hornada total; además se fundieron quedando inservibles aproximadamente 300 ladrillos lo que representa el 3% de MERMA que quedan sin ningún uso aprovechable.

Figura 69 Ladrillos crudos después de una hornada



Fuente: Propia

Figura 70 Merma después de una hornada (1)



Fuente: Propia

Figura 71 Merma residual después de una hornada (2)



Fuente: Propia

3.7.4 EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE QUE LOS LADRILLOS SE ENCUENTRAN LIBRES DE BACTERIAS PATÓGENAS

Los ladrillos cerámicos de arcilla artesanal durante el proceso de cocción llegan a oscilar entre los 600°C y 1000°C, eliminando todo tipo de organismo vivo e inclusive inmovilizar bajas concentraciones de metales pesados.

- Según Villareal [16], considera 4 etapas durante el proceso de cocción:
 1. Pre calentamiento a 200 °C donde se da la eliminación de agua físicamente unida a la arcilla.
 2. Calentamiento hasta los 700 °C, aquí se da la eliminación de agua químicamente unida a la arcilla y la oxidación del material orgánico.
 3. Maduración del ladrillo entre 900 °C y 1000 °C, aquí se da la formación de fases cristalinas.
 4. Temple, es el enfriamiento del ladrillo, debe ser lento hasta alcanzar los 500 °C.

- Según Gabriel, et al. [17]. Identificó las siguientes bacterias patógenas en las lagunas de estabilización ubicadas en el distrito de San José - Lambayeque 2017.

- Citrobacter sp.
- Enterobacter sp.
- Escherichia coli,
- Escherichia blattae
- Providencia sp, y
- Salmonella sp.

Las cuales se desarrollan debido a las circunstancias ambientales dadas y concentración de materia orgánica. Además nos indica que:

- La temperatura óptima en la que se pueden desarrollar las bacterias es de 37°C.
 - A temperaturas de congelación se impide la multiplicación de los gérmenes.
 - Las altas temperaturas producen la muerte y destrucción de los microorganismos, así a 65°C mueren gran parte de los gérmenes patógenos y a 100°C se destruyen prácticamente todos los gérmenes.
- Otros Autores como Metcalf & Eddy [18] en su libro: Ingeniería de aguas residuales, nos muestra los rangos de temperatura para un crecimiento bacteriano óptimo.

Tabla 21 Intervalos de Temperatura típicos para algunas bacterias

Temperatura, °C		
Tipo	Intervalo	Temperatura Óptima
Psicrófilas *	-10 - 30	12 - 18
Mesófilas	20 - 50	25 - 40
Termófilas	35 - 75	55 - 65
* También llamadas Criófilas		

Fuente: Metcalf & Eddy, 1995

- Y también la Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas [19] nos muestra de igual manera en la siguiente tabla.

Tabla 22 Clasificación de los microorganismos en función de su temperatura óptima de crecimiento

Temperatura	Descripción
Hipertermófilos	Su temperatura óptima de crecimiento está por encima de los 80°C y el máximo crecimiento de cultivos puros se ha llegado a dar entre 110 y 113°C.
Termófilos	Crece por encima de los 45°C.
Mesófilos	Temperatura óptima alrededor de 37°C. Frecuentemente son capaces de crecer en rangos alrededor de 25 a 45°C.
Psicrófilos	Capaces de crecer por debajo de 5°C y con temperaturas máximas de 20°C. Frecuentemente son capaces de crecer en rangos alrededor de 10°C.
Psicrófilos facultativos	Temperatura óptima de 15°C llegando a alcanzar los 20°C y también capaces de crecer hasta por debajo de 0°C.

Fuente: Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas, 2006

Cabe resaltar que las BACTERIAS HIPERTERMÓFILAS son los que mayor temperatura soportan (113 °C) para sobrevivir, siempre y cuando exista agua en estado líquido, lo que se consigue si la presión es elevada como ocurre en las profundidades oceánicas.

Entonces podemos asegurar que la ELABORACIÓN DE LADRILLOS CERÁMICOS ARTESANALES UTILIZANDO LODOS SEDIMENTADOS GENERADOS EN LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE EPSEL DE SAN JOSÉ –LAMBAYEQUE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE TABIQUERÍA – 2019 están libres de bacterias patógenas como producto terminado.

3.8 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de datos se recogió de forma programada la información de los ensayos con los ladrillos de arcilla tradicional y los ladrillos con incorporación de lodos secos de agua residual. Se empleó métodos estadísticos para promediar los resultados conseguidos, interpretarlos y compararlos.

De igual forma las hojas de cálculo del programa Excel fueron de gran ayuda para ordenar la información y poder visualizar los gráficos que sean necesarios.

Para el desarrollo del plan de procesamiento se realizó una secuencia de actividades (Fases), entre las cuales las menciono posteriormente:

- **FASE I: Recopilación de Información**

1. Recolección de información bibliográfica y antecedentes del proyecto.
2. Revisión de normativa nacional vigente, respecto al proyecto.
3. Visita a los lugares donde desarrollaré el proyecto (Lagunas de estabilización de Epsel de San José, Lambayeque, Ladrillera Artesanal en José Leonardo Ortiz).
4. Revisión parcial por parte del Asesor

- **FASE II: Obtención de Lodos secos de agua residual y Materiales de la mezcla**

1. Obtención de Lodos secos de agua residual.
2. Obtención de Materiales para la mezcla del ladrillo (suelo arcilloso, arenilla negra fina y agua)
3. Tamizado y molienda de los lodos para quitarle impurezas.
4. Selección y optimización de materiales a utilizar.
5. Revisión parcial por parte del Asesor.

- **FASE III: Ensayos y Procesamiento de datos Obtenidos**

1. Ensayos de Laboratorio a los materiales: Suelo arcilloso, arena negra fina y lodos secos de agua residual.

- Análisis físico-químico del suelo arcilloso y los lodos secos de agua residual.
- Granulometría
- Contenido de Humedad
- Gravedad específica
- Límites de Atterberg
- Sales solubles

2. Revisión parcial por parte del Asesor

- **FASE IV: Elaboración de la Unidad de Albañilería**

1. Diseño óptimo de la mezcla para los ladrillos de control (Patrón)
2. Realización del diseño de mezcla con incorporación de lodos secos de agua residual.
3. Molienda
4. Dosificación
5. Mezclado y moldeado
6. Secado
7. Quemado
8. Almacenamiento

- **FASE V: Ensayos de las Unidades de Albañilería**

1. Ensayos a las características físicas
 - Ensayo de Variación Dimensional
 - Ensayo de Alabeo
 - Ensayo de Peso por unidad de volumen
 - Ensayo de Absorción
 - Ensayo de succión
 - Ensayo de Eflorescencia

2. Ensayos a las características mecánicas
 - Ensayo de resistencia a la flexión por tracción ($f't$)
 - Ensayo de resistencia a la compresión ($f'b$)
3. Inicio de Evaluación de Impacto Ambiental.
4. Revisión parcial por parte del Asesor

- **FASE VI: Análisis de resultados obtenidos**

1. Evaluación de Análisis de resultados y elección del diseño de mezcla óptimo definitivo.
2. Análisis y comparación de costos y beneficios del nuevo material.
3. Análisis técnico
4. Análisis Ambiental (Elaboración del Informe de la Evaluación de Impacto Ambiental).
5. Conclusiones y Recomendaciones

3.9 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Como investigador asumiré el compromiso para presentar la autenticidad y confiabilidad, de todo resultado alcanzado. En esta tesis, se garantizará la veracidad y singularidad de la recopilación de la información sin existir ninguna duplicidad de los resultados.

3.10 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 23 Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA	
TITULO	ELABORACIÓN DE LADRILLOS CERÁMICOS ARTESANALES UTILIZANDO LODOS SEDIMENTADOS GENERADOS EN LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE EPSEL DE SAN JOSÉ - LAMBAYEQUE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE TABIQUERÍA – 2019
PROBLEMA	¿En qué medida la incorporación de lodos secos de agua residual en la elaboración de ladrillos cerámicos, mejorará las características físicas - mecánicas de estas unidades de albañilería?
OBJETIVO GENERAL	Elaborar ladrillos cerámicos artesanales utilizando lodos sedimentados generados en las lagunas de estabilización de Epsel de San José - Lambayeque para la construcción de muros de tabiquería.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<input type="checkbox"/> Analizar la composición físico-química del suelo arcilloso y de los lodos secos provenientes de las lagunas de estabilización de EPSEL S.A. de San José. <input type="checkbox"/> Determinar el reajuste óptimo de materiales en la mezcla para los ladrillos de la unidad patrón. <input type="checkbox"/> Determinar los porcentajes óptimos de incorporación los lodos secos de agua residual en las unidades experimentales, las cuales brindan una mejor respuesta en sus características físicas mecánicas. <input type="checkbox"/> Clasificar el tipo de ladrillo al que corresponden los ladrillos cerámicos elaborados con porcentajes de lodo según el RNE-E.070 <input type="checkbox"/> Realizar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)
HIPÓTESIS	Si se incorpora lodos secos de agua residual en la elaboración de ladrillos cerámicos artesanales, entonces mejorará su resistencia a la compresión como material de construcción no estructural.
VARIABLES	<input type="checkbox"/> Variable Independiente: Incorporación de lodos secos de agua residual a la mezcla <input type="checkbox"/> Variables Dependientes: Comportamiento de las características físicas-mecánicas de los ladrillos cerámicos artesanales. como material de construcción no estructural

Fuente: Elaboración Propia

IV. RESULTADOS

4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA ELABORACIÓN DE LOS LADRILLOS ARTESANALES

Para la clasificación de los materiales, en primera instancia se procedió a codificarlos de la siguiente manera:

- Suelo Arcilloso (M-1)
- Arena Negra Fina (M-2)
- Lodo seco de agua residual (M-3)

Una vez codificados las muestras, se procedió a realizar los ensayos correspondientes, mostrándose en la siguiente tabla los resultados obtenidos.

Tabla 24 Resultados de la Clasificación de los materiales

Muestras		M-1	M-2	M-3
Ensayos				
Gravedad Específica		2.25	2.81	1.90
Contenido de Humedad (%)		5.65	1.11	36.50
Contenido de Sales (%)		0.04	0.02	0.6
Granulometría	% Arena	14.28	90.18	19.23
	% < Tamiz N° 200	85.72	9.82	80.77
	% Limo	53.20	5.97	32.52
	% Arcilla	29.56	3.85	48.25
Límites De Atterberg	LL	42.58	---	66.00
	LP	29.04	---	50.08
	IP	13.54	---	15.92
Clasificación SUCS		CL	ARENA	MH-OH

Fuente: Elaboración Propia

En el **ANEXO 01** se podrá observar las respectivas tablas, curvas granulométricas y gráficos de cada ensayo de suelos mostrado anteriormente.

Por consiguiente según los resultados aquí mostrados concluyo que las muestras presentadas de los materiales pueden ser ensayados de la misma manera para su clasificación respectiva.

4.2 PROPIEDADES FÍSICAS DEL LADRILLO DE ARCILLA TRADICIONAL (COMÚN)

a) Ensayo de Variación Dimensional

- Medida utilizada para el ladrillo tradicional de arcilla artesanal (Común) del sector José Leonardo Ortiz: 23x13x9 cm
- Peso promedio: 3.013 Kg.

Gráfico 1 Resultados del ensayo: Variación dimensional del ladrillo tradicional de arcilla (Común) – José Leonardo Ortiz



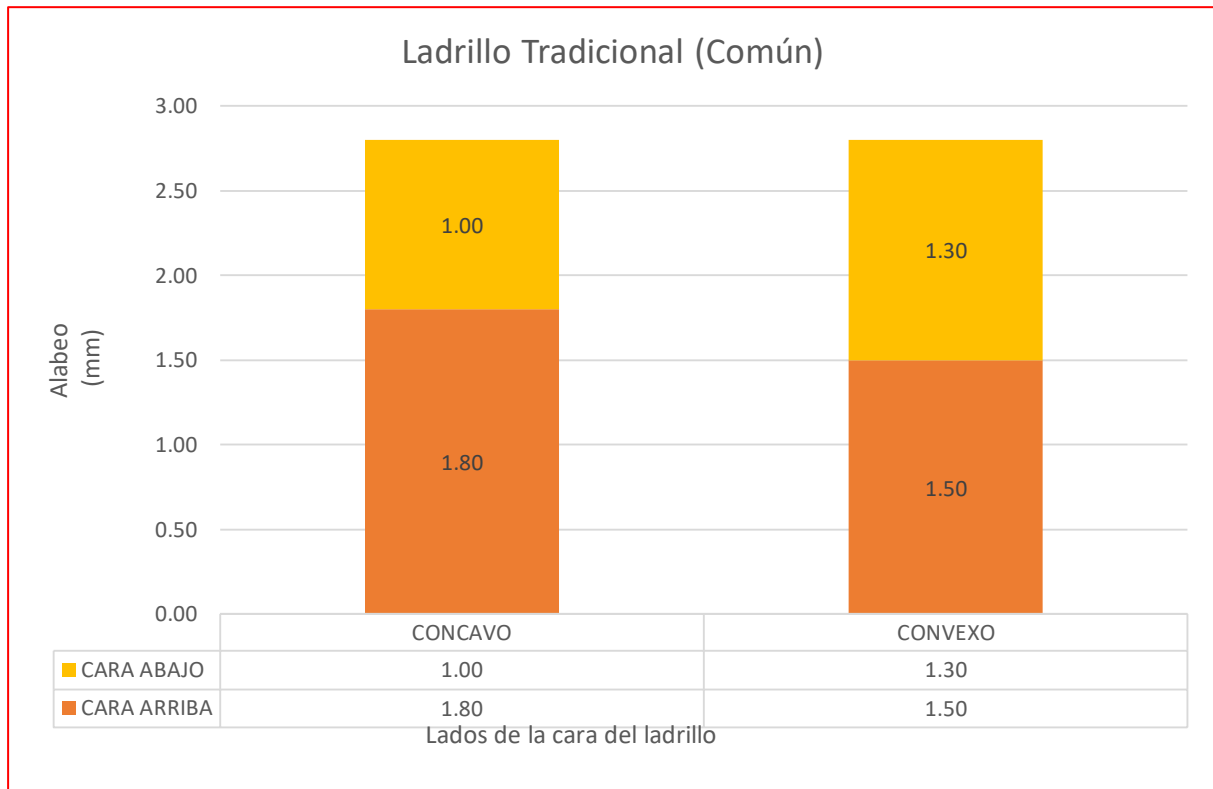
Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.01)

Interpretación: El ladrillo tradicional de arcilla clasificado como tipo I, no cumple con los requerimientos máximos estipulados en la norma E-070 (± 8 , ± 6 y ± 4 mm) debido a que la unidad tiene (10.01%, 6.02% y 9.03%) siendo estos valores muy elevados.

b) Ensayo de Alabeo

- En el siguiente gráfico se muestra los resultados de alabeo de las unidades de arcilla tradicionales (Común).

Gráfico 2 Resultados del ensayo: Alabeo del ladrillo tradicional de arcilla (Común) – José Leonardo Ortiz



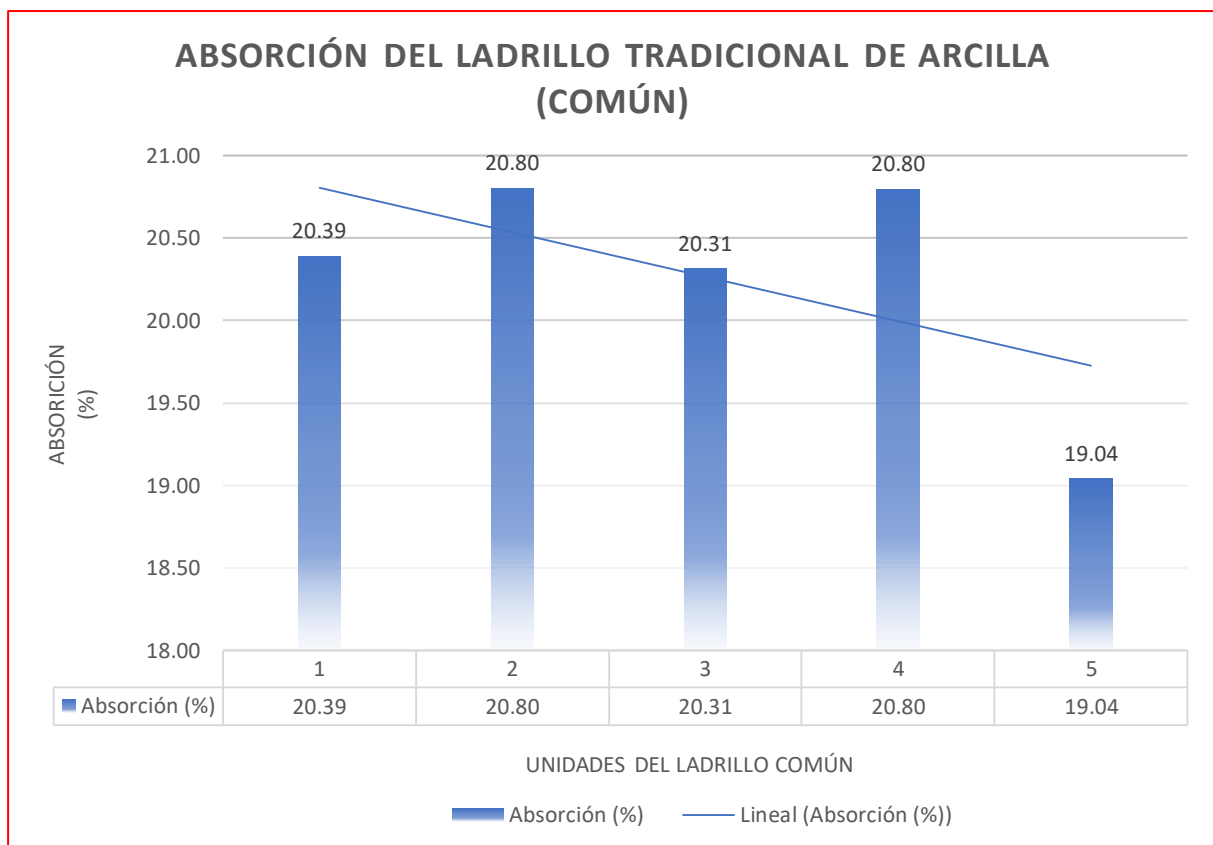
Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.02)

- **Interpretación:** Según los resultados obtenidos en el ensayo del alabeo (1.80/1.50mm y 1.00/1.30mm) este ladrillo tipo I estaría cumpliendo los requisitos estipulados en la norma E-070 que pide un máximo de 10mm.

c) Ensayo de Absorción

- En el siguiente gráfico se muestra el resultado de absorción de las unidades de arcilla tradicionales (Común).

Gráfico 3 Resultados del ensayo: Absorción del ladrillo tradicional de arcilla (Común) – José Leonardo Ortiz



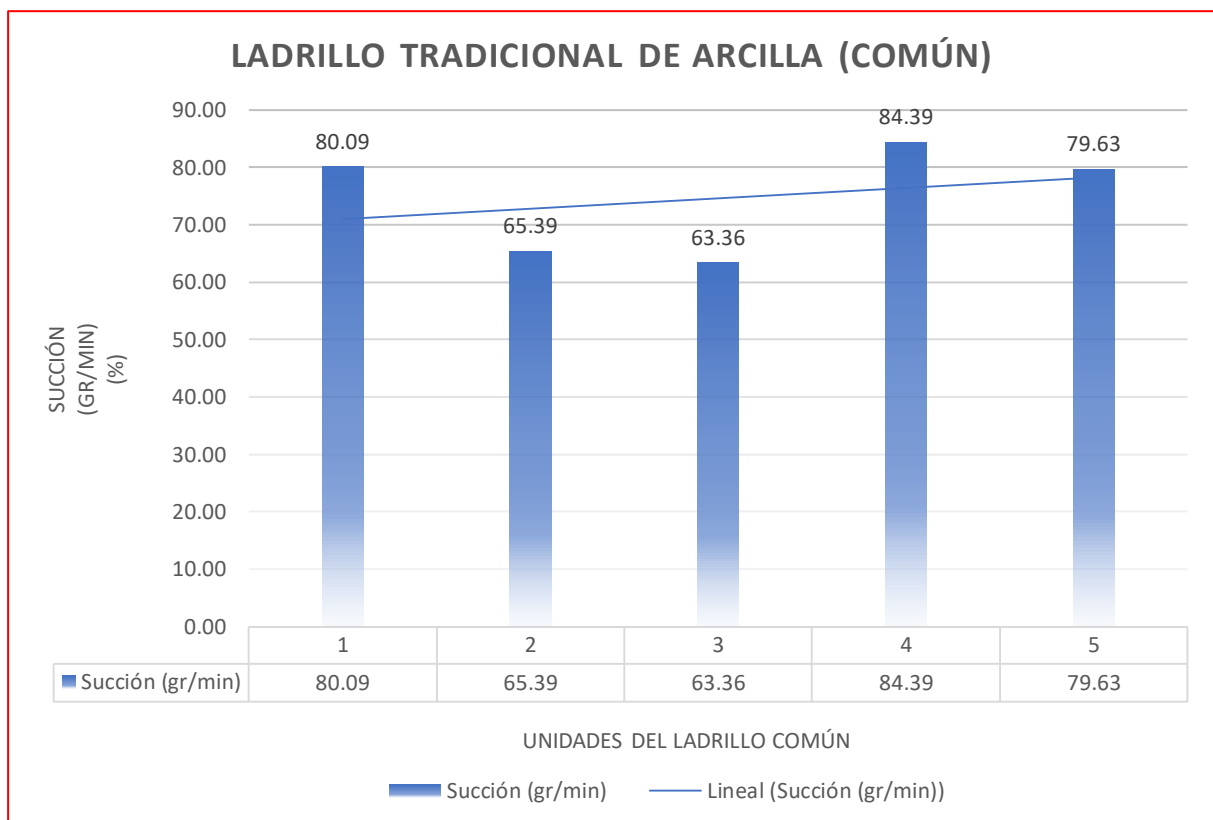
Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.03)

- **Interpretación:** Se observa que el porcentaje de absorción oscila desde los 19.04 % siendo el porcentaje de absorción más bajo y 20.80% siendo el porcentaje de absorción más alto, y estas cumplen de los parámetros que exige la norma NTP 331.017 en la tabla de requisitos complementarios que nos señala que para los ladrillos de arcilla el límite máximo de absorción es de 22%.

d) Ensayo de Succión

- En el siguiente gráfico se muestra el resultado del ensayo de Succión de las unidades de arcilla tradicionales (Común).

Gráfico 4 Resultados del ensayo: Succión del ladrillo tradicional de arcilla (Común) – José Leonardo Ortiz



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.04)

- **Interpretación:** La succión de las unidades de este ensayo varía desde 63.36 gr/cm² siendo el valor más bajo y 84.39 gr/cm² siendo el valor más alto. Según la NTP 331.017 este ensayo no se encuentra normado como requisito, pero para succiones mayores de 20 Gr/200 cm² es recomendación indispensable que los ladrillos se mojen con agua durante 30 minutos unas 15 horas antes de su uso en la construcción de muros.

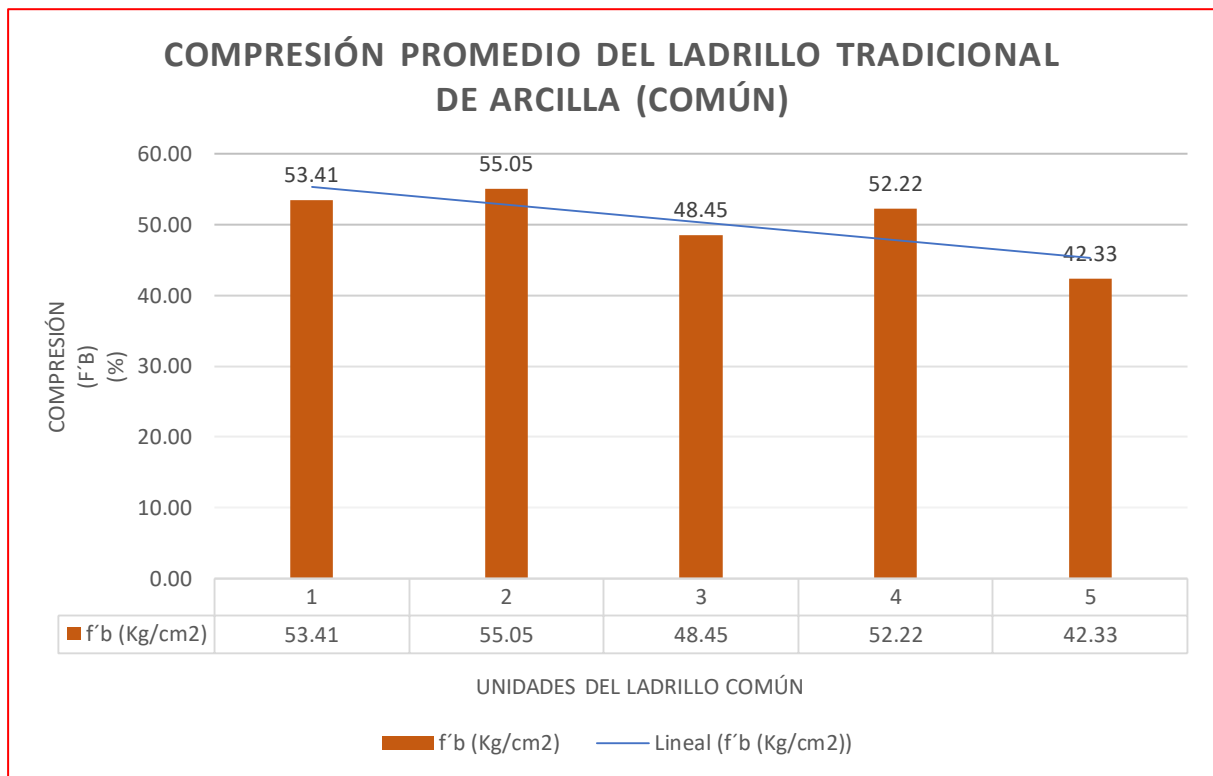
4.3 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO DE ARCILLA TRADICIONAL (COMÚN)

e) Ensayo a la compresión del ladrillo de arcilla

- En el siguiente gráfico se muestra el resultado del ensayo de Compresión de las unidades de arcilla tradicionales (Común).

Gráfico 5 Resultados del ensayo: Compresión del ladrillo tradicional de arcilla (Común)

– José Leonardo Ortiz



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.05)

- **Interpretación:** Observando y realizando el resultado promedio del ensayo a compresión (Anexo 02.01.05) (50.29 kg/cm²) podemos mencionar que la unidad si cumple para realizar edificaciones generales (E-70, 2006), pudiéndose clasificarse como ladrillo tipo I que tiene como mínimo un valor de 50 kg/cm².

4.4 PROPIEDADES FÍSICAS DEL LADRILLO DE ARCILLA (PATRÓN) CON INCORPORACIÓN DE LODOS SECOS DE AGUA RESIDUAL

a) Ensayo de Variación Dimensional

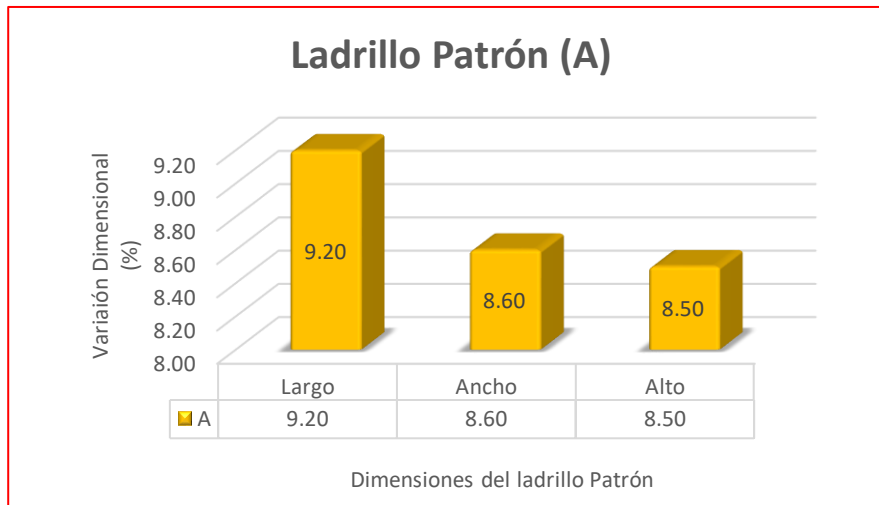
- Medida utilizada para el ladrillo patrón y para los ladrillos con incorporación de lodos: 24x15x10 cm
- Peso promedio: 4.230 Kg.
- En la siguiente tabla resumen se muestra los resultados de la variación dimensional que presenta el ladrillo patrón y los ladrillos con los diferentes porcentajes de incorporación de lodos, además se muestra el gráfico del ladrillo que tiene el porcentaje óptimo de incorporación de lodos (5%).

Tabla 25 Resultados de Variación Dimensional

% Dosific.	Ladrillo Común	Ladrillo Patrón	Ladrillo con 2.5 % de lodo	Ladrillo con 5 % de lodo	Ladrillo con 7.5 % de lodo	Ladrillo con 10 % de lodo	Ladrillo con 15 % de lodo	Ladrillo con 20 % de lodo	Ladrillo con 25 % de lodo
# / CÓDIGO	Común	A	B	C	D	E	F	G	H
L promedio (cm)	206.98	217.93	221.88	222.75	222.08	221.93	220.63	220.03	219.10
L nominal (cm)	230.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00
V (%)	10.01	9.20	7.55	7.19	7.47	7.53	8.07	8.32	8.71
A promedio (cm)	122.18	137.10	138.63	138.45	139.63	136.68	136.30	136.65	137.25
A nominal (cm)	130.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
V (%)	6.02	8.60	7.58	7.70	6.92	8.88	9.13	8.90	8.50
H promedio (cm)	81.88	91.50	91.05	90.75	90.85	90.68	90.25	90.28	90.00
H nominal (cm)	90.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
V (%)	9.03	8.50	8.95	9.25	9.15	9.33	9.75	9.72	10.00

Fuente: Elaboración Propia

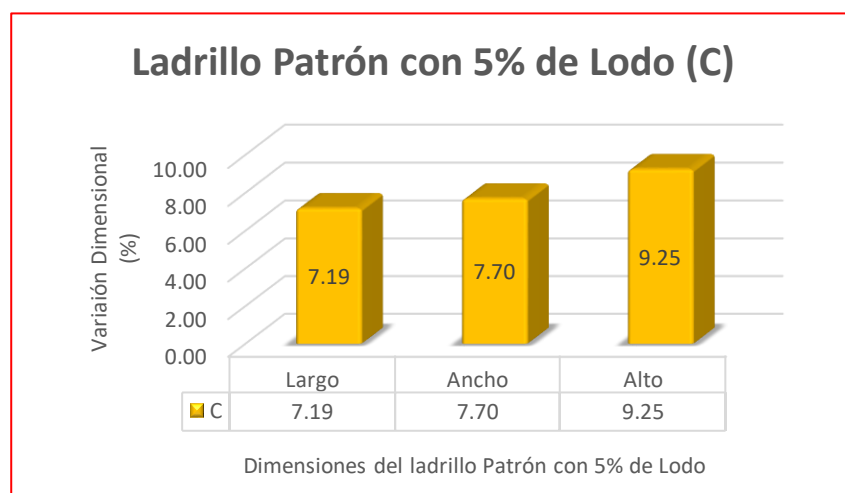
Gráfico 6 Resultados del ensayo: Variación dimensional del ladrillo tradicional de arcilla (Patrón) – José Leonardo Ortiz



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.01)

Interpretación: Al ladrillo tradicional reajustado en su dosificación para obtener mejores respuestas en sus características, se ha clasificado como tipo I y no cumple con los requerimientos máximos estipulados en la norma E-070 (± 8 , ± 6 y ± 4 mm) debido a que la unidad tiene (9.20%, 8.60% y 8.50%) siendo estos valores muy elevados.

Gráfico 7 Resultados del ensayo: Variación dimensional del ladrillo tradicional de arcilla (Patrón) incorporando un 5 % de Lodo Seco de Agua Residual



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.01)

Interpretación: Al ladrillo tradicional reajustado en su dosificación para obtener la mejor respuesta en sus características, se le ha incorporado 5% de lodos secos (% Óptimo) y se ha clasificado como tipo I y no cumple con los requerimientos máximos estipulados en la norma E-070 (± 8 , ± 6 y ± 4 mm) debido a que la unidad tiene (7.19%, 7.70% y 9.25%) siendo estos resultados muy elevados.

b) Ensayo de Alabeo

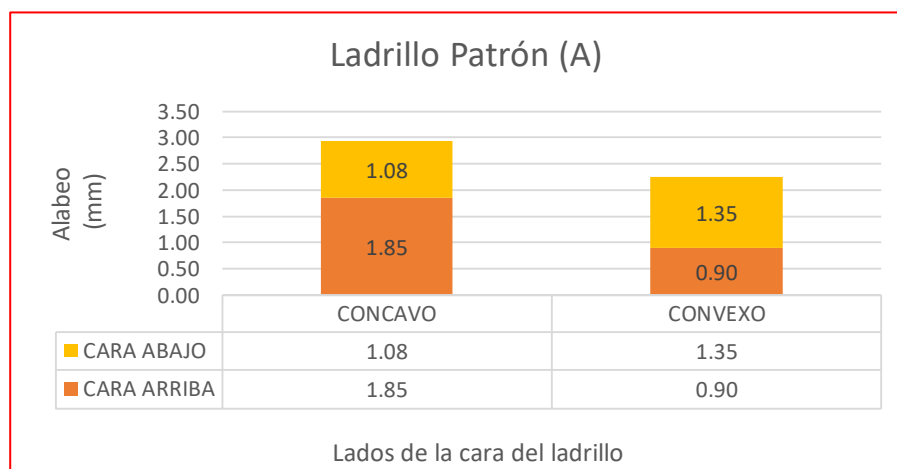
- En la siguiente tabla resumen se muestra los resultados de los máximos y mínimos alabeos en la caras del ladrillo patrón y los ladrillos con incorporación de lodos además se muestra un gráfico del ladrillo con el porcentaje óptimo de incorporación de lodos (5%).

Tabla 26 Resultados de Alabeo de las unidades con incorporación de Lodos

ALABEO	% Dosific.	Ladrillo	Ladrillo	Ladrillo con	Ladrillo con	Ladrillo con	Ladrillo con	Ladrillo con	Ladrillo con	Ladrillo con
		Común	Patrón	2.5 % de lodo	5 % de lodo	7.5 % de lodo	10% de lodo	15 % de lodo	20% de lodo	25 % de lodo
# / CÓDIGO		Común	A	B	C	D	E	F	G	H
Concavidad Máx. (mm)		1.80	1.85	1.40	1.75	1.45	1.35	1.10	1.40	1.15
Convexidad Máx. (mm)		1.50	1.35	1.40	1.70	1.30	1.80	1.50	2.30	1.60

Fuente: Elaboración Propia

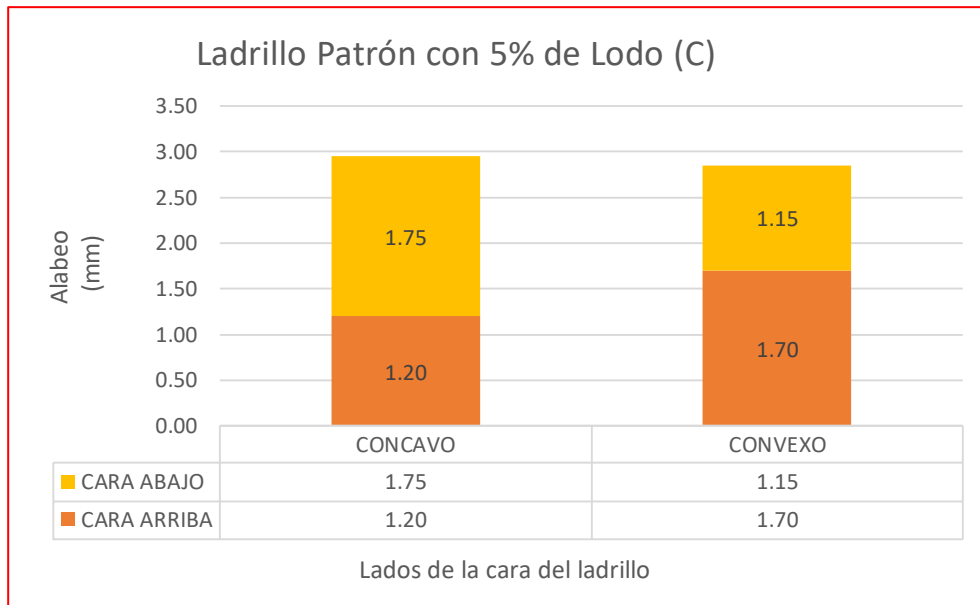
Gráfico 8 Resultados del ensayo: Alabeo del ladrillo tradicional de arcilla (Patrón) – José Leonardo Ortiz



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.02)

- **Interpretación:** Según los resultados obtenidos en el ensayo del alabeo (1.85/0.90mm y 1.08/1.35mm) este ladrillo tipo I estaría cumpliendo los requerimientos estipulados en la norma E-070 que pide un máximo de 10mm.

Gráfico 9 Resultados del ensayo: Alabeo del ladrillo tradicional de arcilla (Patrón) incorporando un 5 % de Lodo Seco de Agua Residual



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.02)

- **Interpretación:** Según los resultados obtenidos en el ensayo del alabeo (1.20/1.70mm y 1.75/1.15mm) este ladrillo tipo I estaría cumpliendo los requerimientos estipulados en la norma E-070 que pide un máximo de 10mm.

c) Ensayo de Absorción

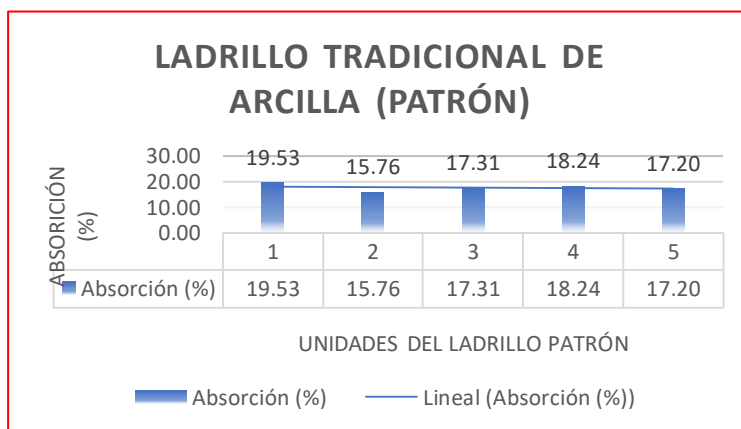
- En la siguiente tabla resumen se muestra los resultados de las máximas absorciones en el ladrillo patrón y ladrillos con incorporación de lodos además se muestra un gráfico del ladrillo con el porcentaje óptimo de incorporación de lodos (5%).

Tabla 27 Resultados de Absorción de las unidades con incorporación de Lodos

ABSORCIÓN	% Dosific.	Ladrillo Común	Ladrillo Patrón	Ladrillo con 2.5 % de lodo	Ladrillo con 5 % de lodo	Ladrillo con 7.5 % de lodo	Ladrillo con 10 % de lodo	Ladrillo con 15 % de lodo	Ladrillo con 20 % de lodo	Ladrillo con 25 % de lodo
	# / CÓDIGO	Común	A	B	C	D	E	F	G	H
Abs. En frío Mín. (%)		19.04	15.76	14.77	15.73	17.23	18.29	19.84	19.96	21.08
Abs. En frío Máx. (%)		20.80	19.53	20.00	23.64	22.92	20.59	21.37	21.77	21.62
Abs. En frío Prom (%)		20.27	17.61	17.24	19.38	19.99	19.11	20.52	20.58	21.26

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 10 Resultados del ensayo: Absorción del ladrillo tradicional de arcilla (Patrón) – José Leonardo Ortiz

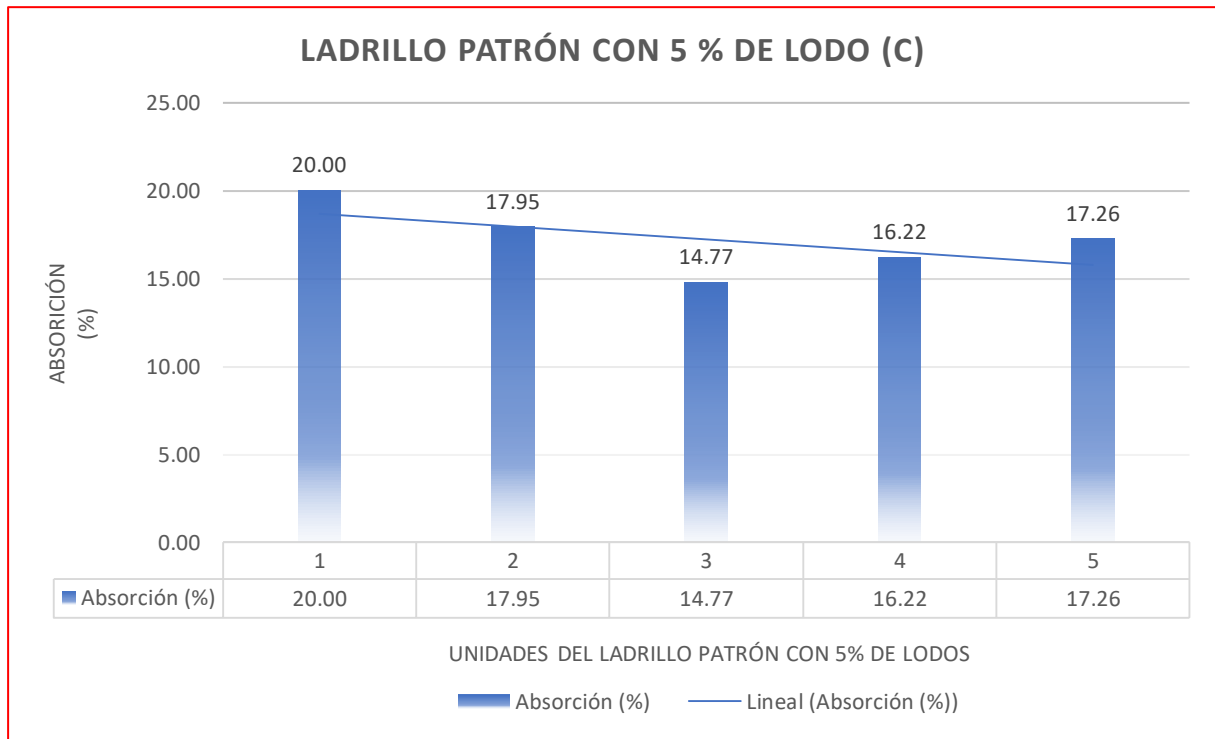


Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.03)

- **Interpretación:** Se observa que el porcentaje de absorción oscila desde los 15.7 % siendo el porcentaje de absorción más bajo y 19.53% el porcentaje de absorción más alto, y estas cumplen con los parámetros que exige la norma NTP 331.017 en la tabla de requerimientos complementarios que nos indica que para el ladrillo elaborado a base de arcilla el máximo valor de absorción es de 22%.

- Se muestra además que estos valores son menores a los valores el ladrillo común, debido a que en el reajuste de la dosificación estas unidades tienen un porcentaje mayor de suelo arcilloso.

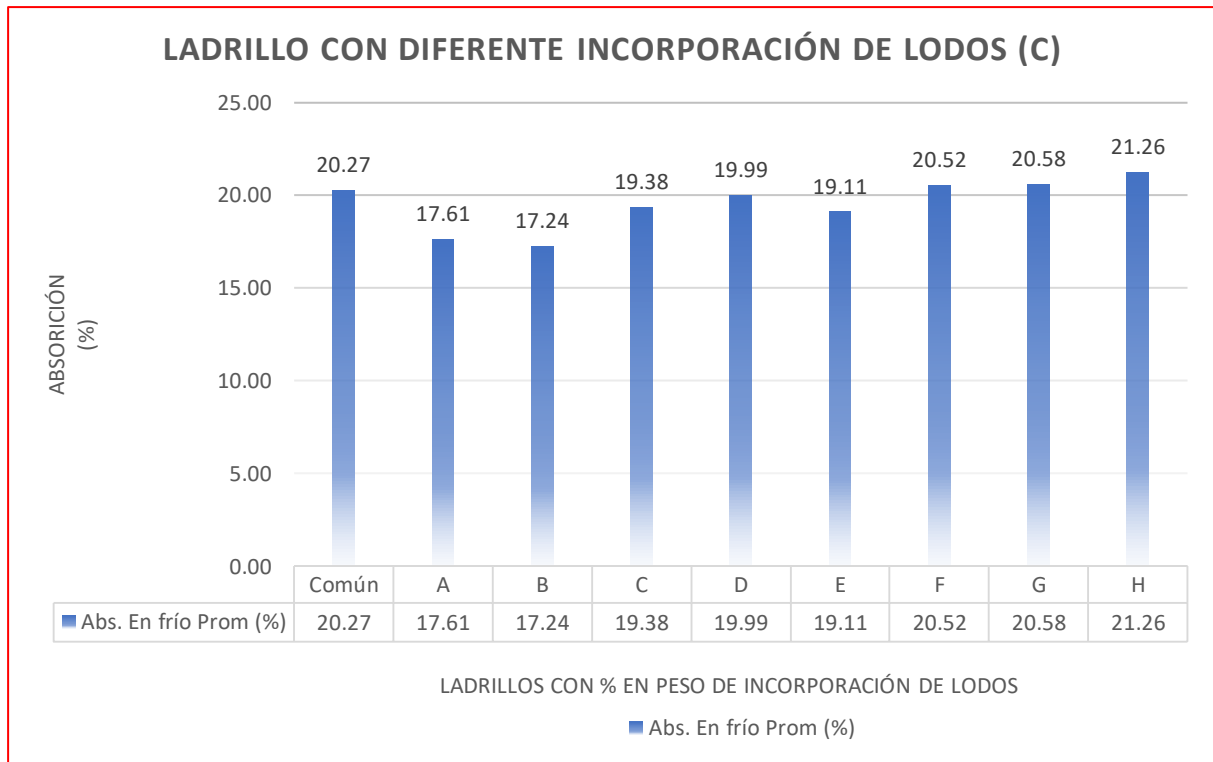
Gráfico 11 Resultados del ensayo: Absorción del ladrillo tradicional de arcilla (Patrón) incorporando un 5 % de Lodo Seco de Agua Residual



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.03)

- **Interpretación:** Se observa que el porcentaje de absorción está entre los 14.77 % siendo el porcentaje de absorción más bajo y 20.00% siendo el porcentaje de absorción más alto, y estas cumplen con los parámetros que exige la norma NTP 331.017 en la tabla de requerimientos complementarios que nos menciona que para el ladrillo de arcilla la absorción máxima es de 22%.

Gráfico 12 Resultados del ensayo: Absorción del ladrillo tradicional de arcilla (Patrón) incorporando desde un 2.5% hasta 25% de Lodo Seco de Agua Residual



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.03)

- **Interpretación:** Se observa que los porcentajes promedios de absorción oscila desde los 17.24 % siendo el porcentaje de absorción más bajo y 21.26% siendo el porcentaje de absorción más alto, y estas cumplen con los parámetros que exige la norma NTP 331.017 en la tabla de requerimientos complementarios que nos indica que para el ladrillo de arcilla la absorción máxima es de 22%.
- El mayor porcentaje se produce cuando se le incorpora mayor cantidad de lodos, eso es debido a que en su interior se encuentra material orgánico y que al momento del quemado de los ladrillos, estos tienden a dejar más vacíos, por ello el ladrillo absorbe más.

d) Ensayo de Succión

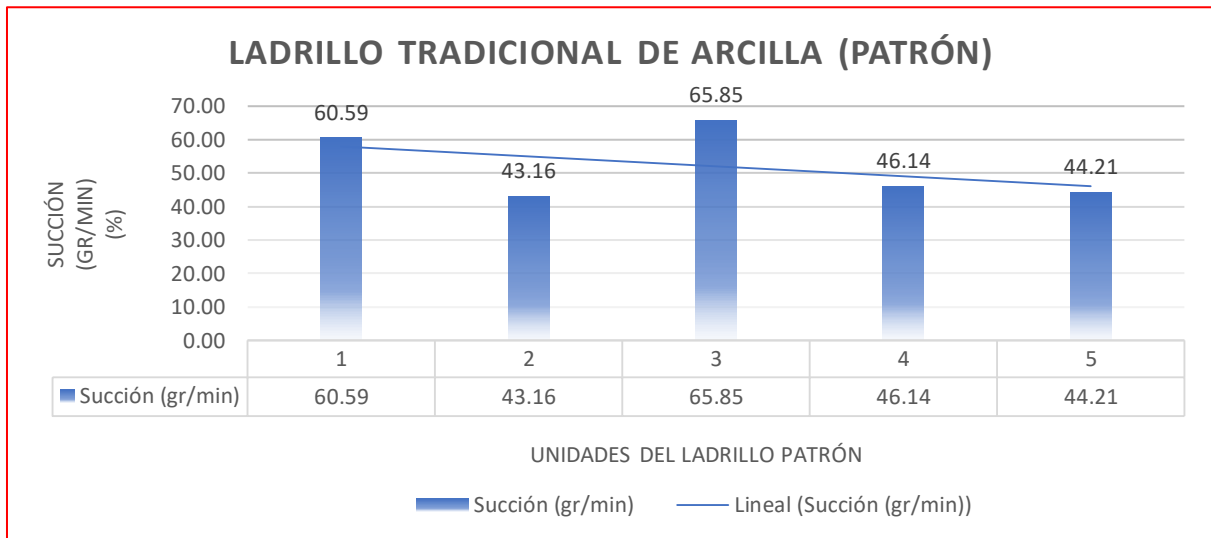
- En la siguiente tabla resumen se muestra los resultados de las máximas succiones en el ladrillo patrón y ladrillos con incorporación de lodos además se muestra un gráfico del ladrillo con el porcentaje óptimo de incorporación de lodos (5%).

Tabla 28 Resultados de Succión de las unidades con incorporación de Lodos

	% Dosific.	Ladrillo Común	Ladrillo Patrón	Ladrillo con 2.5 % de lodo	Ladrillo con 5 % de lodo	Ladrillo con 7.5 % de lodo	Ladrillo con 10 % de lodo	Ladrillo con 15 % de lodo	Ladrillo con 20 % de lodo	Ladrillo con 25 % de lodo
SUCCIÓN										
# / CÓDIGO		Común	A	B	C	D	E	F	G	H
S mín. (gr/min)		63.36	43.16	90.09	69.16	72.17	72.89	88.52	74.87	102.63
S máx. (gr/min)		84.39	99.10	96.73	98.47	105.01	105.55	116.89	138.40	125.07
S Prom. (gr/min)		74.57	58.64	93.39	86.60	87.29	89.79	106.64	107.04	116.30

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 13 Resultados del ensayo: Succión del ladrillo tradicional de arcilla (Patrón) – José Leonardo Ortiz



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.04)

- **Interpretación:** La succión de las unidades de este ensayo están comprendidos desde los 43.16 gr/cm² siendo el valor más bajo y 65.85 gr/cm² siendo el valor más alto. Según la NTP 331.017 este ensayo no se encuentra normado como requisito, pero para succiones mayores de 20 Gr/200 cm² es recomendación indispensable que los ladrillos se mojen con agua durante 30 minutos unas 15 horas antes de su uso en la construcción de muros.

- Se muestra además que estos valores son menores a los valores el ladrillo común, debido a que en el reajuste de la dosificación estas unidades tienen un porcentaje mayor de suelo arcilloso y por ende menos poros.

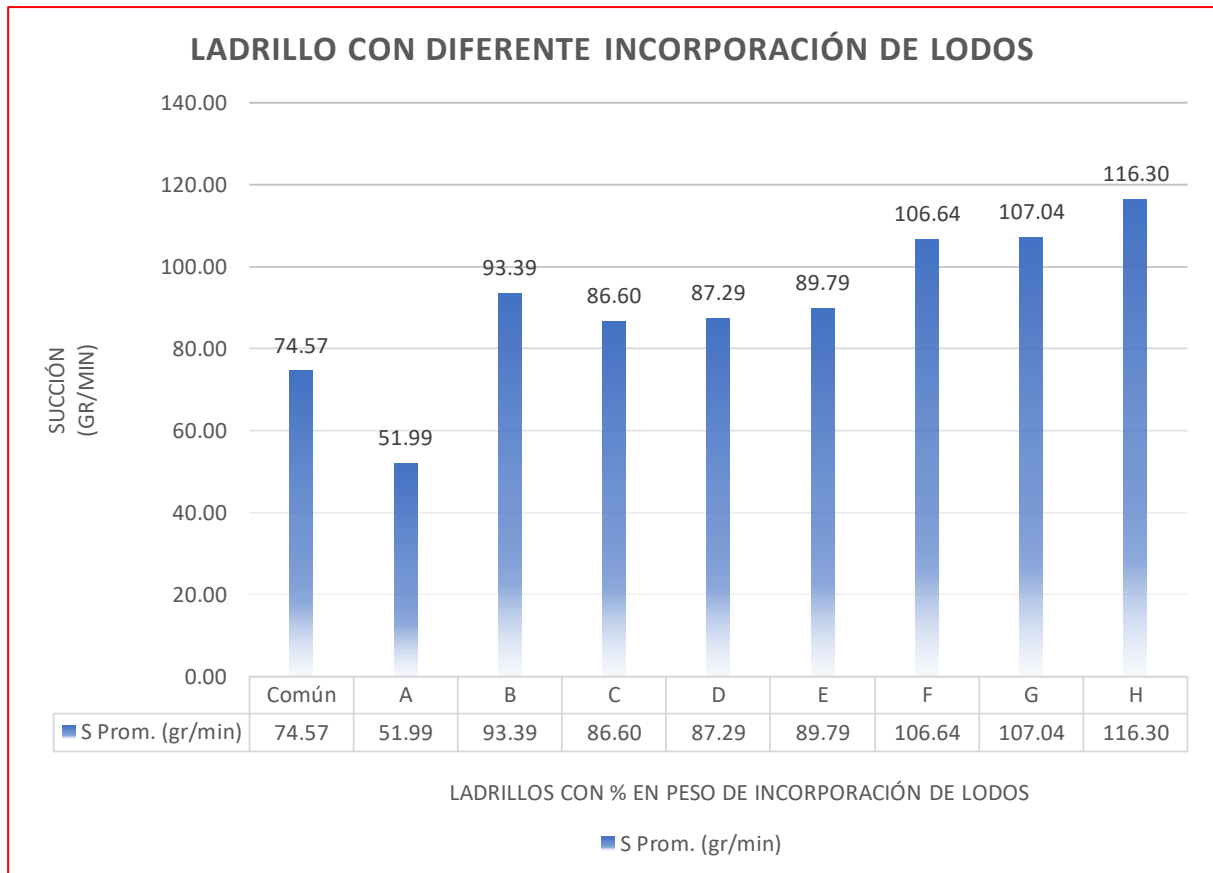
Gráfico 14 Resultados del ensayo: Succión del ladrillo tradicional de arcilla (Patrón) incorporando un 5 % de Lodo Seco de Agua Residual



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.04)

- **Interpretación:** Se observa que la succión de las unidades de este ensayo oscila desde los 69.16 gr/cm² siendo el valor más bajo y 98.47 gr/cm² siendo el valor más alto. Según la NTP 331.017 este ensayo no se encuentra normado como requisito, pero para succiones mayores de 20 Gr/200 cm² es recomendación indispensable que los ladrillos se mojen con agua durante 30 minutos unas 15 horas antes de su uso en la construcción de muros.

Gráfico 15 Resultados del ensayo: Succión del ladrillo tradicional de arcilla (Patrón) incorporando desde un 2.5% hasta 25% de Lodo Seco de Agua Residual



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.04)

- Interpretación:** Se observa que los porcentajes promedios de succión oscila desde los 51.99 % siendo el porcentaje de absorción más bajo y 116.30% siendo el valor más alto. Según la NTP 331.017 este ensayo no se encuentra normado como requisito, pero para succiones mayores de 20 Gr/200 cm² es recomendación indispensable que los ladrillos se mojen con agua durante 30 minutos unas 15 horas antes de su uso en la construcción de muros.
- El mayor porcentaje se produce cuando se le incorpora mayor cantidad de lodos, eso es debido a que en su interior se encuentra material orgánico y que al momento del quemado de los ladrillos, estos tienden a dejar más vacíos, por ello el ladrillo succiona más en la superficie de asiento.

e) **Ensayo de Peso por Unidad de Volumen**

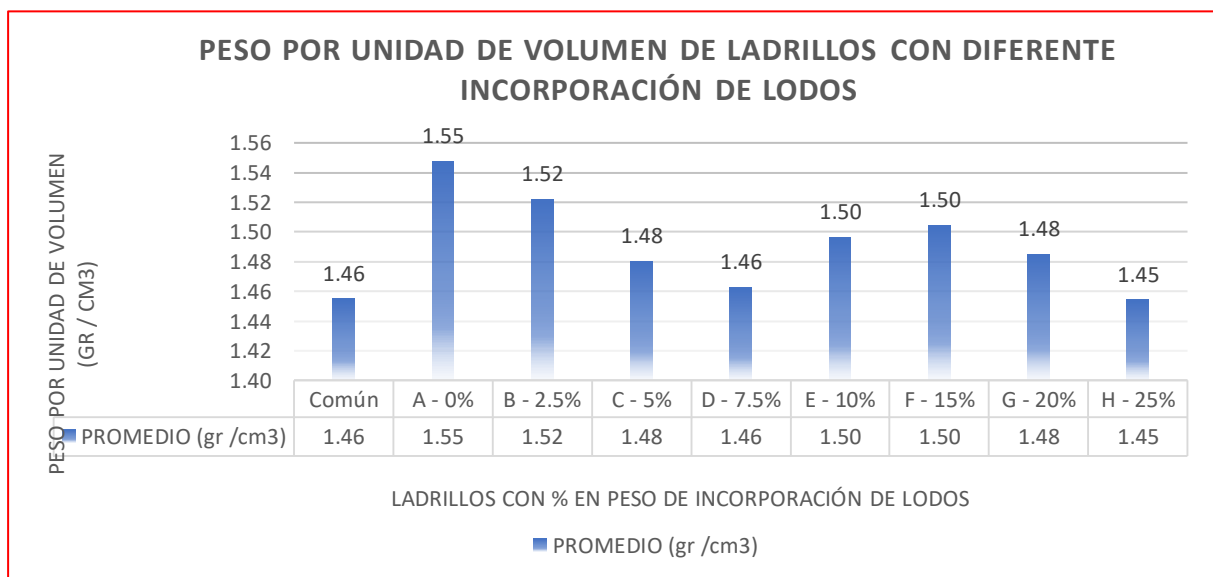
- En la siguiente tabla resumen se muestra los resultados promedios del peso por unidad de volumen en el ladrillo patrón y ladrillos con incorporación de lodos.

Tabla 29 Resultados de Peso por Unidad de Volumen de las unidades con incorporación de Lodos

PESO POR UNIDAD DE VOLUMEN (gr / cm ³)	LADRILLOS CON INCORPORACIÓN DE LODOS									
	CÓDIGO - #	COMÚN	PATRÓN A (0%)	B (2.5%)	C (5%)	D (7.5%)	E (10%)	F (15%)	G (20%)	H (25%)
Peso Seco Prom. (gr)		3012.50	4230.80	4262.90	4143.00	4120.60	4116.20	4083.40	4030.60	3936.10
L promedio (cm)		20.70	21.79	22.19	22.28	22.21	22.19	22.06	22.00	21.91
A promedio (cm)		12.22	13.71	13.86	13.85	13.96	13.67	13.63	13.67	13.73
H promedio (cm)		8.19	9.15	9.11	9.08	9.09	9.07	9.03	9.03	9.00
PROMEDIO (gr /cm ³)		1.46	1.55	1.52	1.48	1.46	1.50	1.50	1.48	1.45

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 16 Resultados del ensayo: Peso por Unidad de Volumen del ladrillo tradicional de arcilla (Patrón) incorporando desde un 2.5% (B) hasta 25% (H) de Lodo Seco de Agua Residual



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.05)

- **Interpretación:** Se observa en el gráfico anterior que a mayor incorporación de lodos, el peso va disminuyendo, variando este desde un 1.55 gr/cm³ para la muestra patrón (A) hasta un valor de 1.45 gr/cm³ para la muestra con incorporación de lodos de 25% (H). Esto de una u otra manera es bueno, ya que estamos aliviando el peso en las construcciones, pero debemos tener en cuenta que si minoramos el peso más de lo debido, las otras propiedades características de la unidad se verán afectadas, como es el caso de la resistencia a la compresión que se evidenciará en el siguiente ensayo.

4.5 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL LADRILLO DE ARCILLA (PATRÓN) CON INCORPORACIÓN DE LODOS SECOS DE AGUA RESIDUAL

f) Ensayo a la compresión del ladrillo de arcilla con incorporación de lodos

- En la siguiente tabla resumen se muestra los resultados del ensayo de Compresión del ladrillo de arcilla tradicional (Patrón) y ladrillos con los diferentes porcentajes de incorporación de lodo seco de agua residual, además se muestra el gráfico del ladrillo con el porcentaje óptimo de incorporación de lodos (5%)

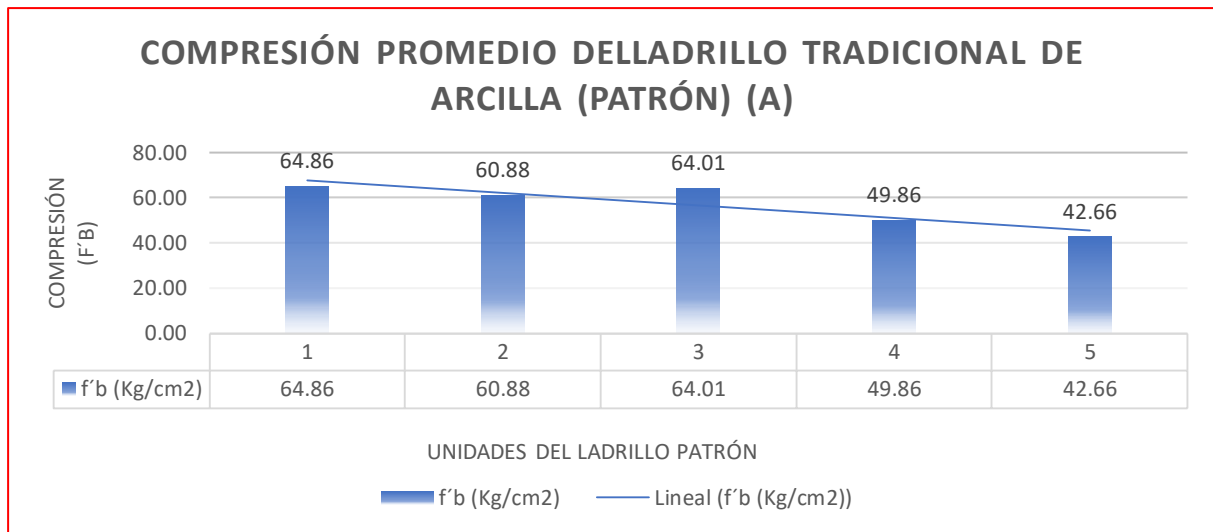
Tabla 30 Resultados de Compresión de las unidades con incorporación de Lodos

% Dosific.	Ladrillo	Ladrillo	Ladrillo con	Ladrillo con	Ladrillo con	Ladrillo con	Ladrillo con	Ladrillo con	Ladrillo con
RESISTENCIA	Común	Patrón	2.5 % de lodo	5 % de lodo	7.5 % de lodo	10 % de lodo	15 % de lodo	20 % de lodo	25 % de lodo
# / CÓDIGO	Común	A - 0%	B - 2.5%	C - 5%	D - 7.5%	E - 10%	F - 15%	G - 20%	H - 25%
f'b Min. (Kg/cm ²)	42.33	42.66	53.13	56.59	53.80	34.93	32.63	26.82	26.73
f'b Máx. (Kg/cm ²)	55.05	64.86	59.19	59.12	57.25	42.02	39.04	39.67	35.61
f'b Prom. (Kg/cm ²)	50.29	56.45	56.85	57.97	54.85	37.35	34.95	31.68	30.24
δ (Desv. Estandar)	5.07	9.76	2.37	1.25	1.42	2.74	2.44	5.33	3.44
f'b Característico. (Kg/cm ²)	45.22	46.70	54.48	56.72	53.43	34.62	32.52	26.36	26.79

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 17 Resultados del ensayo: Compresión del ladrillo tradicional de arcilla (Patrón)

– José Leonardo Ortiz

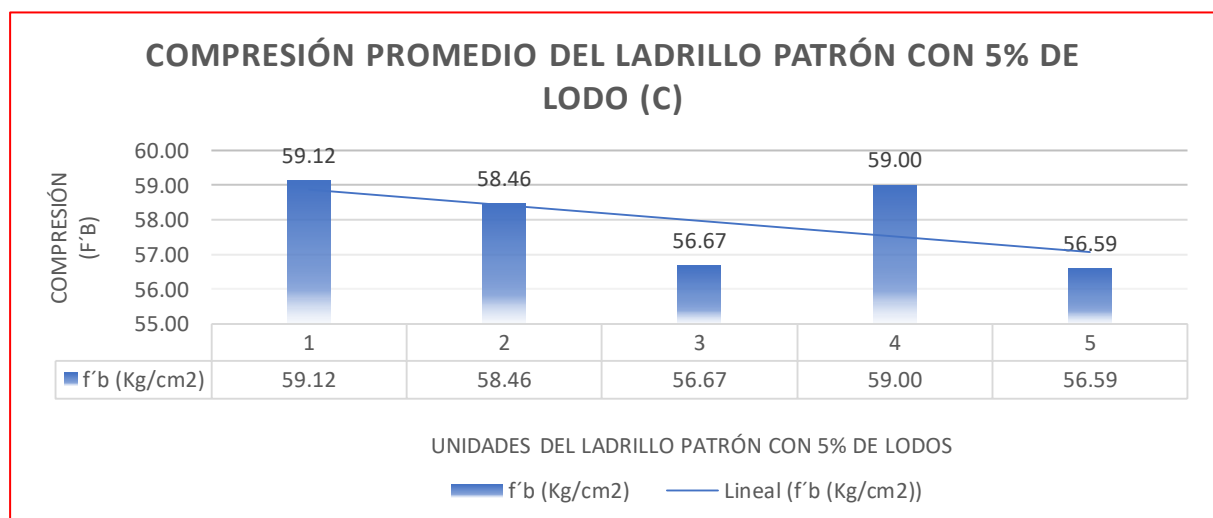


Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.06)

- Interpretación:** Observando los resultados y analizando el promedio del ensayo de compresión (Anexo 02.01.05) (56.45 kg/cm²) podemos mencionar que la unidad si cumple los requerimientos mínimos para realizar edificaciones generales E-70, logrando clasificarse como ladrillo tipo I que tiene como valor mínimo 50 kg/cm².

Gráfico 18 Resultados del ensayo: Compresión del ladrillo tradicional de arcilla (Patrón)

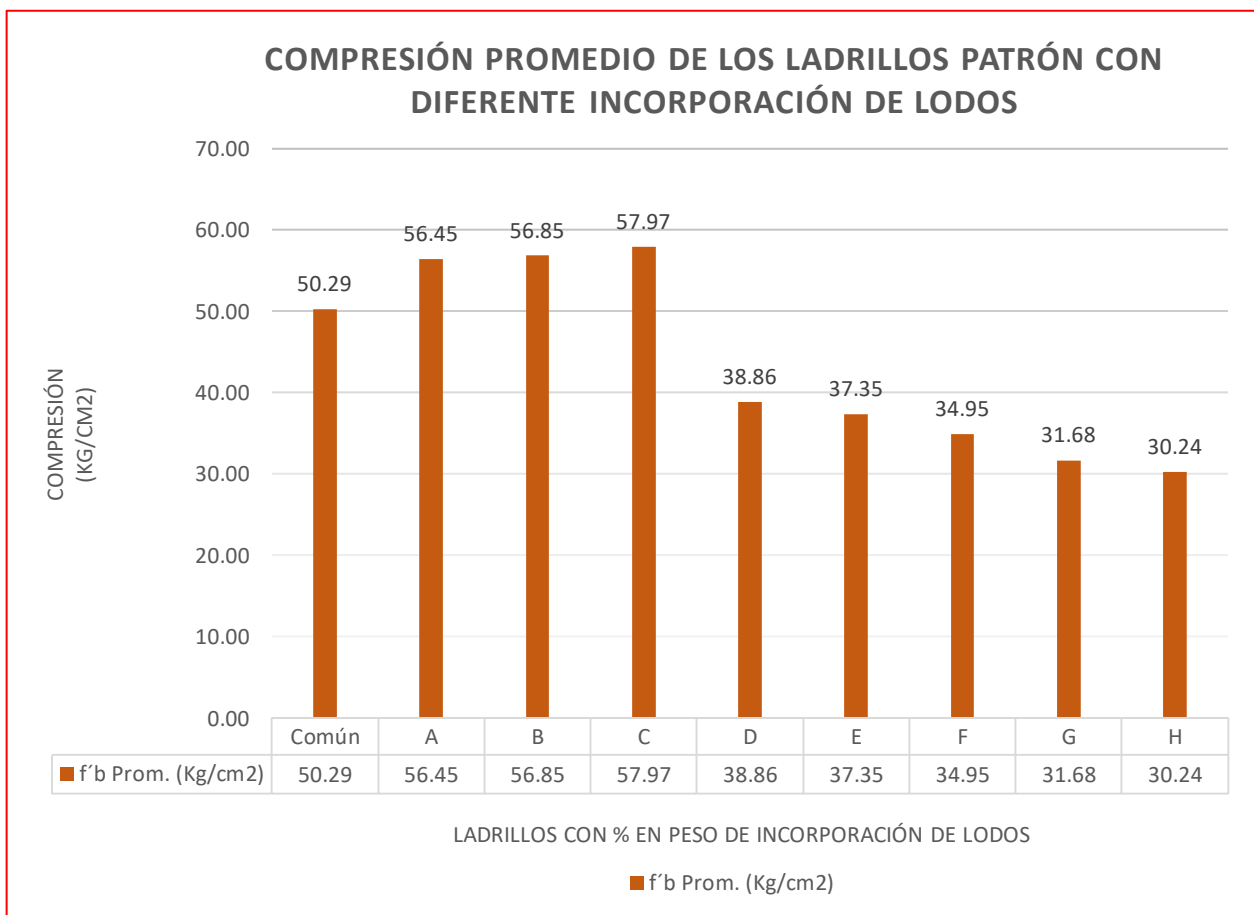
con 5% de Lodo seco de agua residual– José Leonardo Ortiz



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.06)

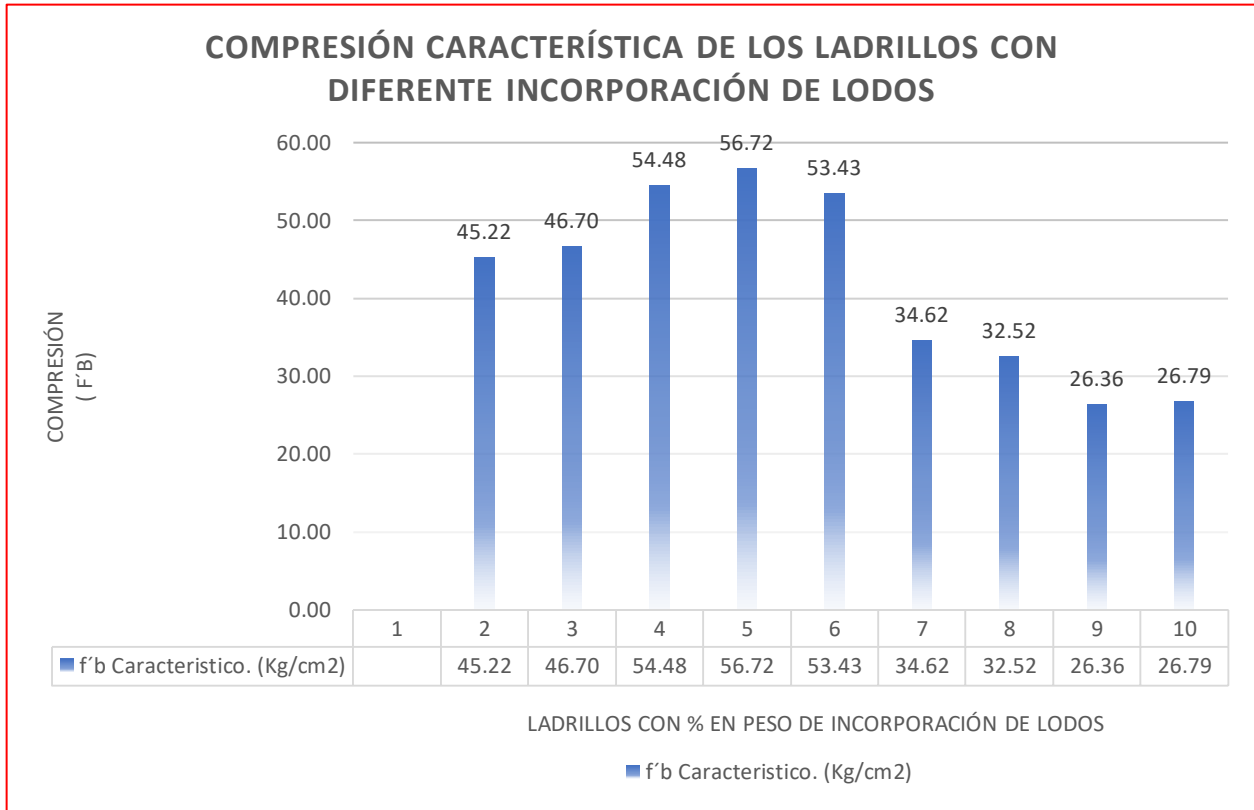
- **Interpretación:** Observando los resultados promedio del ensayo de compresión (Anexo 02.01.06) (57.97 kg/cm²) podemos mencionar que la unidad si cumple los requerimientos mínimos para realizar edificaciones generales E-70, logrando clasificarse como ladrillo tipo I que tiene como valor mínimo 50 kg/cm².
- En el siguiente gráfico se presenta el resultado promedio del ensayo de Compresión de las unidades de arcilla tradicionales con incorporación de lodos.

Gráfico 19 Resultados del ensayo: Compresión promedio del ladrillo tradicional de arcilla (Patrón) incorporando desde un 2.5% (B) hasta 25% (H) de Lodo Seco de Agua Residual



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.06)

Gráfico 20 Resultados del ensayo: Compresión característica del ladrillo tradicional de arcilla (Patrón) incorporando desde un 2.5% (B) hasta 25% (H) de Lodo Seco de Agua Residual



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.06)

- **Interpretación:** Observando los resultados promedio del ensayo de compresión (Anexo 02.01.06) (57.97 kg/cm²) podemos mencionar que la unidad si cumple los requerimientos mínimos para realizar edificaciones generales E-70, logrando clasificarse como ladrillo tipo I que tiene como valor mínimo 50 kg/cm².
- Además concluimos que adicionarle hasta un 5% de lodos secos de agua residual conservamos las características de la unidad y que al aumentarle el porcentaje de incorporación de lodos las características físicas – mecánicas empiezan a sufrir bajas en dichas propiedades.

g) Ensayo de Tracción por Flexión (o Módulo de Rotura), con cargas en los puntos tercios de las Vigas de arcilla con incorporación de lodos

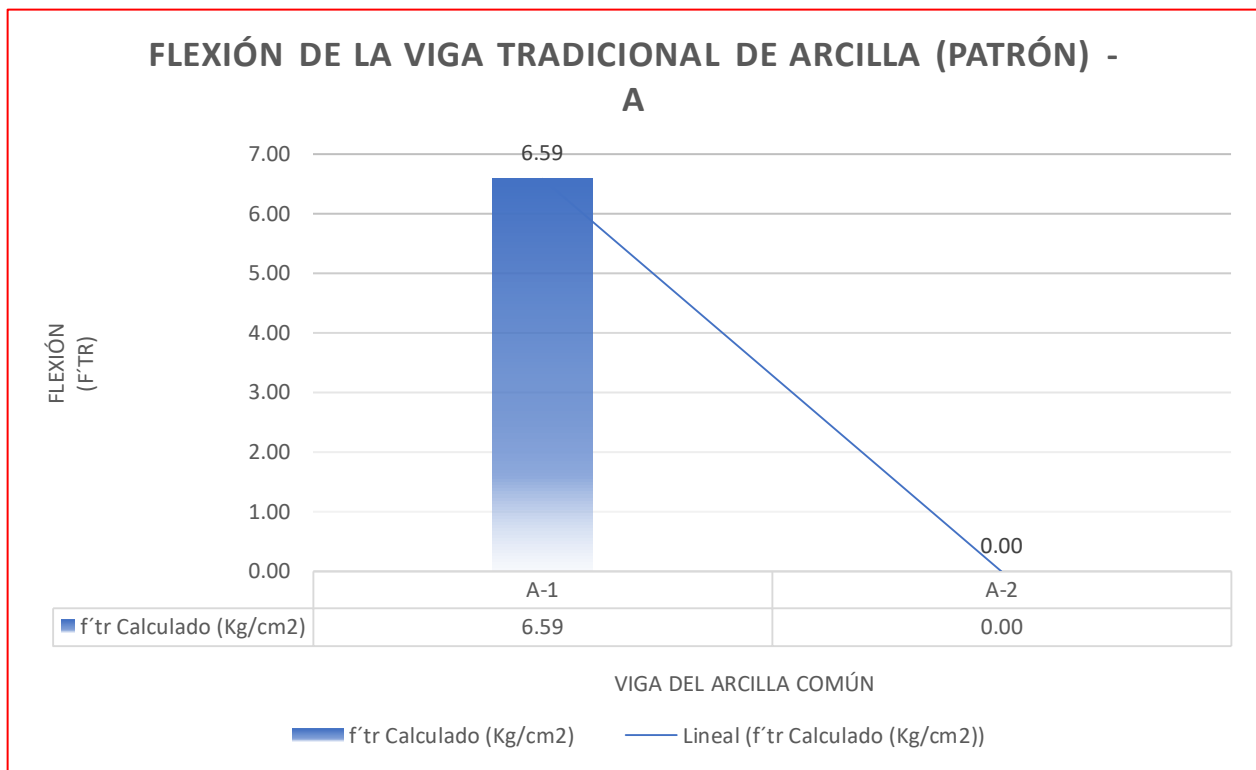
- Medida utilizada para la Viga patrón y para las Vigas con incorporación de lodos: 50x15x15 cm.
- Peso promedio: 16.380 Kg.
- Se realizaron 2 vigas por cada porcentaje de incorporación de lodos, desde 0% hasta 7.5%.
- En la siguiente tabla resumen se muestra los resultados del ensayo de Tracción por Flexión de la Viga de arcilla tradicional (Patrón) y Vigas con los diferentes porcentajes de incorporación de lodo seco de agua residual, además se muestra el gráfico de la Viga con el porcentaje óptimo de incorporación de lodos (5%).

Tabla 31 Resultados de Tracción por Flexión de las Vigas con incorporación de Lodos

	% Dosific.	Viga Común	Viga Patrón	Viga con 2.5 % de lodo	Viga con 5 % de lodo	Viga con 7.5 % de lodo
RESISTENCIA		Común	Patrón	2.5 % de lodo	5 % de lodo	7.5 % de lodo
# / CÓDIGO		Común	A - 0%	B - 2.5%	C - 5%	D - 7.5%
f'tr Mín. (Kg/cm ²)		---	---	6.33	8.05	7.67
f'tr Máx. (Kg/cm ²)		---	6.59	6.34	8.51	7.91
f'tr Prom. (Kg/cm ²)		---	6.59	6.34	8.28	7.79

Fuente: Elaboración Propia

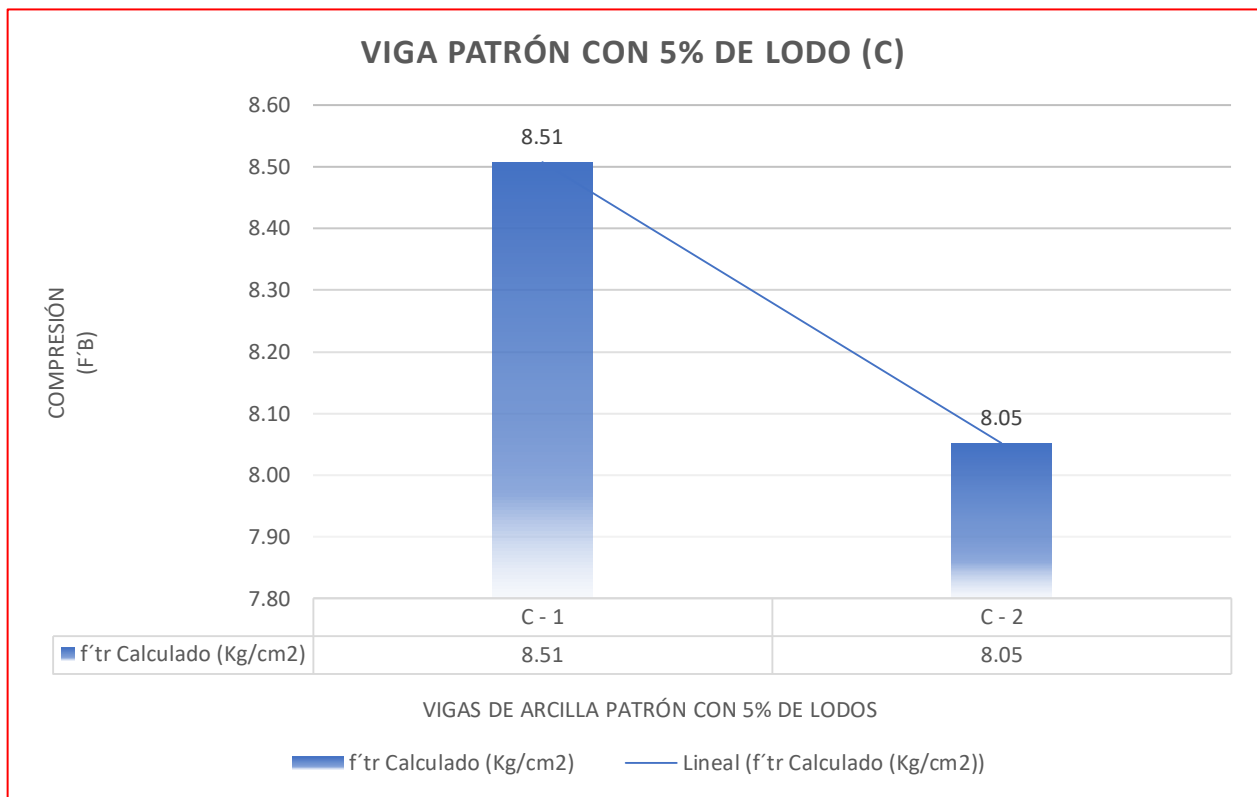
Gráfico 21 Resultados del ensayo: Tracción por Flexión de la Viga tradicional de arcilla (Patrón) – José Leonardo Ortiz



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.07)

- Interpretación:** Como se puede observar en los resultados, solo se pudo realizar el ensayo a una viga de esta muestra, debido a que la otra se agrietó quedando inutilizable, por ello se muestra el resultado obtenido del ensayo de flexión (Anexo 02.01.07) en solo una de las vigas (6.59 kg/cm²), este ensayo no es usado comúnmente debido a que las unidades o vigas, son muy malos para resistir esfuerzos de tracción, sirve como un parámetro más en la calidad de resistencia a esfuerzos en los materiales y con el resultado mostrado se llega a cumplir con el valor mínimo para clase I (6.12 kg/cm²) según la norma ITINTEC 331.017 1978.

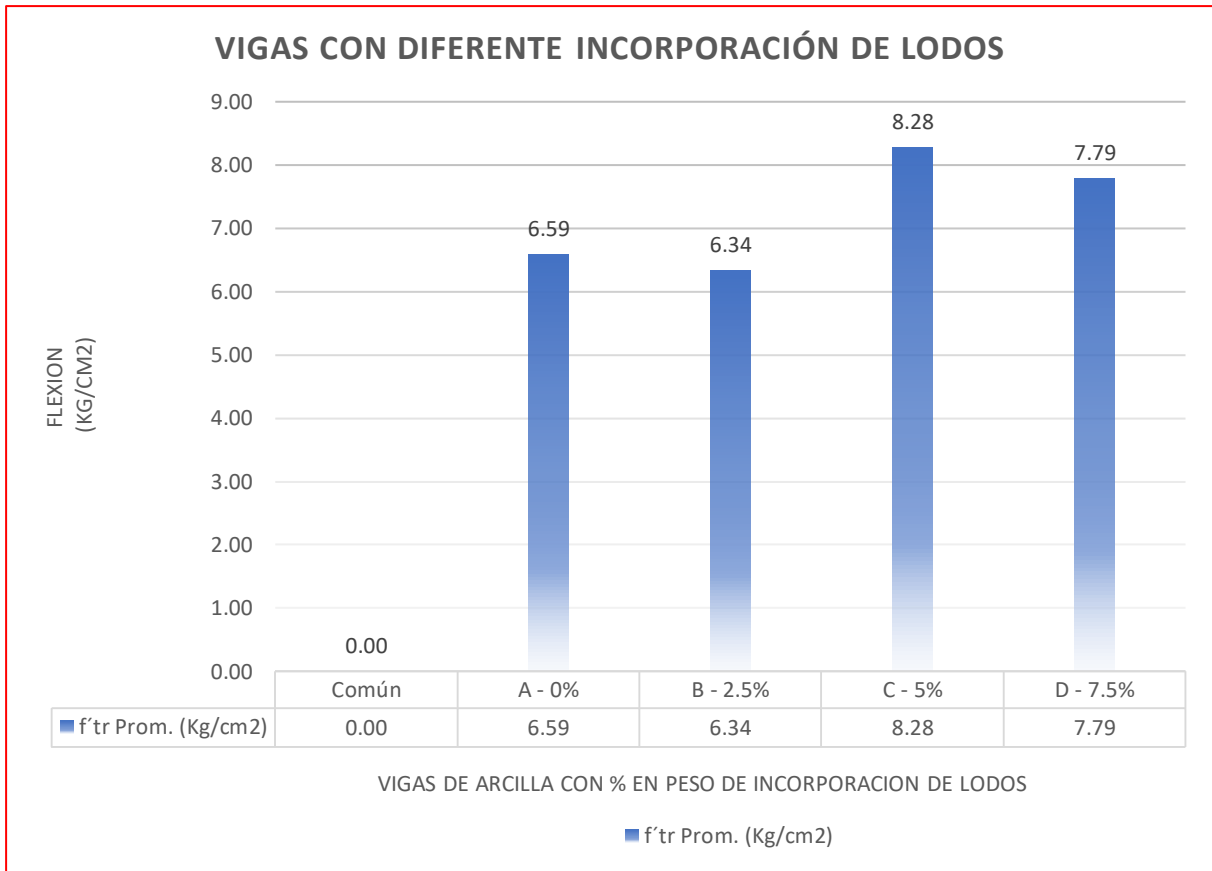
Gráfico 22 Resultados del ensayo: Tracción por Flexión de la Viga tradicional de arcilla (Patrón) con 5% de Lodo seco de agua residual– José Leonardo Ortiz



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.06)

- **Interpretación:** Observando los resultados promedio del ensayo de compresión (Anexo 02.01.06) (8.28 kg/cm²) podemos mencionar que la unidad si cumple con los requerimientos mínimos según la norma ITINTEC 331.017, 1978. pudiéndose inclusive clasificarse como unidad tipo III que tiene como mínimo un valor de 8.16 kg/cm².
- En el siguiente gráfico se muestra el resultado promedio del ensayo de Tracción por Flexión de las Vigas de arcilla tradicional con incorporación de lodos.

Gráfico 23 Resultados del ensayo: Tracción por Flexión de la Viga tradicional de arcilla (Patrón) incorporando desde un 2.5% hasta 7.5% de Lodo Seco de Agua Residual



Fuente: Elaboración propia (Anexo N° 02.01.07)

- **Interpretación:** Observando los resultados promedio del ensayo Tracción por Flexión (Anexo 02.01.07) (8.28 kg/cm²) podemos mencionar que la unidad si cumple con los requerimientos mínimos de la norma ITINTEC 331.017, 1978, pudiéndose clasificarse como unidades tipo III que tiene como mínimo un valor de 8.16 kg/cm².
- Además concluimos que adicionarle hasta un 5% de lodos secos de agua residual conservamos las características de la unidad y que al aumentarle el porcentaje de incorporación de lodos las características físicas – mecánicas empiezan a sufrir bajas en dichas propiedades.

V. DISCUSIÓN

Según los resultados hallados, podemos manifestar que estamos en vías de aceptar la hipótesis proyectada para el presente estudio donde se estableció que: Si se incorpora lodos secos de agua residual en la elaboración de ladrillos cerámicos artesanales, entonces mejorará su resistencia a la compresión como material de construcción no estructural; lo cual los hará más aptos siempre y cuando se efectuó el porcentaje óptimo (5%) para que los ladrillos cerámicos artesanales mejoren sus características físicas – mecánicas.

5.1 MATERIALES A ANALIZAR

Se han analizado los siguientes materiales (Suelo arcilloso – Arena fina – Lodos secos de agua residual).

- a) **Contenido de Humedad:** Este ensayo es importante realizar, ya que ello nos permitirá conocer la proporción de agua que hay presente en nuestra muestra en estado natural, de tal forma que se pueda utilizar para el diseño del cálculo de agua para la mezcla a usar en la elaboración de ladrillos artesanales. Al hacer el ensayo obtuvimos que el suelo arcilloso tiene 5.65% de contenido de Humedad, la arena negra fina tiene 1.11% de contenido de humedad, y por último el Lodo Seco de Agua residual presenta un contenido de humedad de 36.50% por lo que habría que hacer un reajuste para el cálculo de agua restante.

- b) **Peso específico:** Este ensayo es importante, ya que nos otorga una idea acerca de la calidad del suelo a trabajar, además nos servirá en la parte estructural al momento de realizar Metrados de carga por ejemplo. Para esta investigación se eligieron tres (3) muestras para hacer la combinación respectiva ya detallado anteriormente, por lo que se encontró para el suelo arcilloso un peso específico de 2.25 gr/cm³, para la arena negra fina un valor de 2.81 gr/cm³, y para el Lodo seco de agua residual un valor de 1.90 gr/cm³, los datos son coherentes ya que las arenas son más pesadas que las arcillas.

- c) **Contenido de Sales:** Este ensayo es importante, más aún cuando se va a emplear para la elaboración de ladrillos artesanales, ya que ello puede afectar en la durabilidad como en el grado de eflorescencia que se pueda producir en este material por la aparición de la presencia de cloruros y sulfatos con el tiempo, ello hace que se perjudique la cimentación de las casas construidos con este material de construcción. En esta investigación se hizo este ensayo, pero, obtuvimos presencia de sales no significativas, teniendo un valor de 0.04% para el suelo arcilloso, un valor de 0.02% para la arena negra fina y por último un valor de 0.6% para el Lodo seco de agua residual. Este es otro indicador que el suelo que se utiliza para la elaboración de ladrillos si es apto, ya que es aceptable hasta 1% de sales en la mezcla, en especial del Carbonato de Calcio.
- d) **Granulometría:** Este ensayo también es importante, porque nos permite conocer el porcentaje (%) de finos y gruesos que presenta una muestra de suelo. En esta investigación las muestras fueron lavadas en el Tamiz N° 200 y los valores obtenidos fueron; para el suelo arcilloso, el % de finos que pasa el Tamiz N° 200 es de 85.72% para la arena negra fina fue de 9.82% y por último para el Lodo Seco de agua residual fue del 80.77%, según los datos obtenidos se puede decir que el lodo de agua residual comparte características granulométricas similares a la del suelo arcillo, además como se indica en [16], que para elaborar ladrillos artesanales por lo menos el 25% de la mezcla debe ser arcilla pura y para que el moldeo de los ladrillos sea óptimo, el porcentaje de arcilla pura debe ser mayor al 30%.
- e) **Límites de Consistencia:** Este ensayo es importante, porque nos permitirá conocer la plasticidad que presenta nuestro suelo, como se describió anteriormente en esta investigación el suelo arcilloso muestra un índice de plasticidad de 13.54%, y el lodo seco de agua residual muestra un índice de plasticidad de 17.12%, estas características son naturales de suelos arcillosos y como indica [16], los suelos arcillosos para elaborar ladrillos deben tener una buena plasticidad ya que de ello depende si es fácil o difícil el moldeo y esto está en relación directa con el contenido de arcilla pura en la mezcla.

5.2 MÉTODO DE MEZCLADO

El mezclado de los materiales se realizó en la ladrillera siendo de manera manual, debido a que los procesos de elaboración de los ladrillos son artesanales. Durante el proceso de mezclado se ha podido observar que cuando más porcentaje de lodo se le agrega a la mezcla, este se vuelve menos trabajable y difícil de moldear, por tener estas características de ser un suelo fino, además se constató que a mayor porcentaje de incorporación algunas de las unidades y vigas se partieron por la mitad.

Una vez obtenidos las unidades se le realizaron los ensayos correspondientes obteniendo así sus características físicas mecánicas de dichas unidades, presentadas en el apartado anterior.

5.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

- **Variación Dimensional:** Este ensayo es importante realizarlo, debido a que nos brinda datos para nuestro criterio ingenieril, ya que este ensayo es un indicador en el control de calidad del producto en este caso del ladrillo artesanal; al cliente o propietario de algún proyecto le gustaría que llegue lo menos deformado posible, lo más parecido al molde, de tal forma que en el momento de la construcción no halla heterogeneidad en el tamaño de las dimensiones del ladrillo como lo estipula la E.070, 2006 en su Tabla 1. Por lo consiguiente se obtuvieron los siguientes parámetros; 24 cm de longitud, 15 cm de ancho y 10 cm de alto, la variación dimensional respectiva fue la siguiente; para el ladrillo patrón (A) 9.20% - 8.60% - 8.50%, y considerando que el ensayo de resistencia a la compresión nos indica el % óptimo de incorporación de lodos se tiene también que para el ladrillo (C) fue de 7.19% - 7.70% - 9.25%.

Por lo que se concluye que al adicionarle 5% de lodos secos de agua residual al ladrillo patrón mejora la variación dimensional en sus 2 parámetros (Largo y Ancho).

- **Alabeo:** Este ensayo como el anterior nos brinda datos para nuestro criterio ingenieril, ya que este ensayo es un indicador en el control de calidad del producto en este caso del ladrillo artesanal; como es bien sabido los ladrillos son asentados de una manera intercalada unos sobre otros (Como un Lego), es por ello que si existe gran alabeo en los ladrillos, la estabilidad del muro se puede ver afectada, además de consumir mayor mezcla de mortero debido a estas imperfecciones.
- En esta investigación se tuvo en cuenta esta característica, ya que al momento de realizar el ensayo de Resistencia a Compresión se necesita que la carga de la Prensa distribuya uniformemente sobre la superficie de contacto y así el ensayo se realice de manera adecuada.
- Por lo consiguiente se obtuvieron resultados de Concavidad máxima en el ladrillo patrón (A) de 1.85mm y una convexidad máxima de 1.35mm y para el ladrillo con incorporación óptima de lodos (C-5%) fue la concavidad máxima de 1.75mm y una convexidad máxima de 1.70mm.
- Por lo que se llega a concluir que el ladrillo que incluye lodos secos de agua residual en su mezcla es menor tanto en su concavidad como convexidad máxima.
- **Peso por Unidad de Volumen:** Este ensayo se realizó a modo de verificar que con la incorporación de lodos secos de agua residual el peso de los ladrillos disminuiría, conforme se aumentaba el porcentaje de incorporación de lodos, por lo tanto se procedió a pesar las unidades secas y se obtuvo un peso promedio en el ladrillo patrón (A) de 4230.80 gramos y para el ladrillos con un 5% de incorporación de lodos (C) un peso promedio de 4143.00 gramos, a dichos pesos se les dividió entre su volumen promedio siendo para el ladrillo patrón de 2070.39 cm³ y para el ladrillo (C) un volumen promedio de 2798.71 cm³, lo que al final, el ladrillo patrón (A) resultó con un peso por unidad de volumen de 1.55 gr/cm³ y para el ladrillo (C-5%) un peso por unidad de volumen de 1.48 gramos/cm³.
- Se concluye que a mayor incorporación de lodos, menos será el peso por unidad de volumen de los ladrillos.

- **Succión:** Este ensayo es importante, ya que es necesario averiguar si los ladrillos pueden adherirse eficientemente unos con otros mediante el mortero sin absorber demasiado el agua de dicho mortero, ya que si las uniones son pobres, el muro o pared tendrá baja resistencia a esfuerzos. Por consiguiente se tuvo una succión promedio en el ladrillo patrón (A) de 51.99 gr/min y para el ladrillo con incorporación óptima (C) de 83.72 gr/min.
- En conclusión según la norma ITINTEC 331.017, 1978, cuando los ladrillos tienen una succión mayor a 20 gr/min en un área de 200 cm² es recomendación indispensable que los ladrillos se mojen con agua durante 30 minutos unas 15 horas antes de su uso en la construcción de muros.
- **Absorción:** Este ensayo es necesario ya que podremos saber el grado de impermeabilidad que presentarán los ladrillos al incorporar lodos secos de agua residual. El RNE E.070, 2006 menciona que un ladrillo de arcilla no deber superar el 22% de absorción, por consiguiente para el ladrillo patrón (A) se obtuvo una absorción máxima de 19.53% y para el ladrillo que incorpora 5% de lodos (C) se obtuvo una absorción máxima de 19.38%.
- En conclusión, como se puede apreciar en el gráfico N° 12, todos los ladrillos con incorporación de Lodos desde un 2.5% hasta un 25% no superan el límite máximo que indica la norma E.070, 2006.
- **Flexión por Tracción:** Si bien es cierto este ensayo no es clasificatorio, es necesario saber cuánta es la resistencia a flexión de un ladrillo o en este caso una viga hecha de arcilla, para este ensayo podemos compararlo con la norma ITINTEC 331.017, 1978 donde nos indica valores de Módulo de ruptura según la clase de Ladrillo que sea. Por consiguiente para la viga de arcilla patrón (A) se obtuvo una resistencia promedio a flexión de 6.69 kg/cm² y para la viga de arcilla (C-5%) una resistencia a flexión de 8.28kg/cm². Por lo que podemos concluir que la resistencia a flexión de la unidad patrón está en el orden del 11.67% de su resistencia a la compresión y la resistencia a flexión de la unidad que incorpora un 5% de lodos está en el orden de 14.28% de su resistencia a compresión.

5.4 COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON ANTECEDENTES

En el artículo científico de **Mohajerani, et al.** [5], se exponen las siguientes conclusiones que serán comparadas con los encontrados en la presente investigación:

- Los autores comentan que de sus incorporaciones de lodo hechas (10,15,20 y 25%) a la mezcla de la arcilla han obtenido buenos resultados, recomendando su uso hasta en un 10% ya que las pruebas de resistencia a la compresión indicaron resultados que oscilaron entre 35.5 MPa y 12.04 MPa para los ladrillos que incorporan biosólidos y de 41.9 MPa para los ladrillos de control, pasando así las pruebas de resistencia a la compresión ya que una resistencia a la compresión aceptable para ladrillos en la mayoría de los edificios de poca altura es aproximadamente 5 MPa.
- Podemos apreciar que a pesar de no haber superado la resistencia a la compresión de la muestra patrón, aún superan los límites establecidos en la norma, y es por ello que puede darse un uso como tal, en mi investigación y para el caso de lodos del tratamiento de aguas residuales por lagunaje, aun tienden a tener resultados en decaimiento conforme se aumente el porcentaje de incorporación pero a pesar de ello hasta en un 5% se puede dar un reúso aprovechable.

En el artículo científico de **Fuentes, et al.** [6], se exponen las siguientes conclusiones que serán comparadas con los encontrados en la presente investigación:

- Los autores comentan que de sus incorporaciones de lodo hechas (5,10,15, 20 y 30%) a la mezcla de la arcilla han obtenido buenos resultados, recomendando su uso hasta en un 10% ya que las pruebas de resistencias evidenciaron mayor resistencia (29,8 MPa) y menores absorciones (15,53 y 19,49%) cumpliendo los límites mínimos establecidos en la NTC-4205 donde se indica que; para mampostería estructural (20 MPa) y no estructural (14 MPa) pasando así las pruebas de resistencia a la compresión.

- Podemos apreciar también lo mismo que a pesar de no haber superado la resistencia a la compresión de la muestra patrón, aún superan los límites establecidos por la norma, y es por ello que puede darse un uso hasta cierto porcentaje; 10% recomiendan los autores para no variar mucho los resultados en los ensayos, en este caso hasta en un 5% es mi óptimo para esta investigación.

En el artículo científico de **Mozo, et al.** [7], se exponen las siguientes conclusiones que serán comparadas con los encontrados en la presente investigación:

- Los autores comentan que de sus incorporaciones de lodo hechas (5,10 y 15%) a la mezcla de la arcilla han obtenido buenos resultados, recomendando su uso hasta en un 15% ya que las pruebas de resistencias evidenciaron que todos los porcentajes aplicados en los ladrillos cerámicos cumplen los límites mínimos para ser clasificados como mampostería no estructural, según la NTC-4205 donde se indica que; para mampostería estructural (20 MPa) y no estructural (14 MPa) pasando así las pruebas de resistencia a la compresión.
- Podemos apreciar también lo mismo que a pesar de no haber superado la resistencia a la compresión de la muestra patrón, aún superan los límites establecidos por la norma y es por ello que puede darse un uso hasta cierto porcentaje para considerarlo como material de construcción no estructural; 15% recomiendan los autores para no variar mucho los resultados en los ensayos, en este caso hasta en un 5% es mi óptimo para esta investigación.

VI. ANÁLISIS, COSTOS Y PRESUPUESTO DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN

Según la Federación de Trabajadores en Construcción Civil del Perú (2019 – 2020), el jornal básico con 8 horas de trabajo al día de un OPERARIO es de S/. 70.30, de un OFICIAL de S/. 55.40 y del PEÓN de S/. 49.70.

Tabla 32 Costos de Producción de Ladrillos de Arcilla

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ARTESANALES (PATRÓN)						
PROPIETARIO:	Justo Eugenio Tambo	HOJA N°:					
UBICACIÓN:	José Leonardo Ortiz - Urbanización San José Obrero	ELABORADO POR:		A. Jean Pool Lozano Olaya			
FECHA:	Chiclayo, Diciembre del 2019						
CÓDIGO	INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL
1	EXTRACCION DE MATERIA PRIMA (COMPRA)		Rendimiento	2.5	M3/día	M3	64.14
	ESPECIFICACIONES: Desmembramiento de materia prima en terreno normal seco, con pico y lampa						
	MATERIALES						
	SUELO ARCILLOSO	M3		2.44	10.00	24.44	
	ARENA NEGRA FINA	M3		1.00	12.00	12.00	
	AGUA	M3		1.44	5.00	7.22	43.67
	MANO DE OBRA						
	PEON	HH	1	3.20	6.21	19.88	19.88
	EQUIPOS						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	19.88	0.60	0.60
2	DOSIFICACIÓN, MEZCLADO Y AMASADO		Rendimiento	1	MIL/día	MIL	56.90
	ESPECIFICACIONES: Comprende Dosificación, Mezcla y Amasado						
	MATERIALES						
	MANO DE OBRA						
	OFICIAL	HH	0.1	0.80	6.93	5.54	
	PEON	HH	1	8.00	6.21	49.70	55.24
	EQUIPOS						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	55.24	1.66	1.66

3	MOLDEADO DE LAS UNIDADES		Rendimiento	1	MIL/día	MIL	56.90
ESPECIFICACIONES: Comprende el moldeado de las unidades en las gaveras							
	MATERIALES						
	MANO DE OBRA						
	OFICIAL	HH	0.1	0.80	6.93	5.54	
	PEON	HH	1	8.00	6.21	49.70	55.24
	EQUIPOS						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	55.24	1.66	1.66
4	SECADO Y TRASLADO A PIE DE HORNO		Rendimiento	1	MIL/día	MIL	5.71
ESPECIFICACIONES: Comprende el volteado, apilado y transporte a pie de horno							
	MATERIALES						
	MANO DE OBRA						
	OFICIAL	HH	0.10	0.80	6.93	5.54	5.54
	EQUIPOS						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	5.54	0.17	0.17
5	QUEMADO DE LADRILLOS		Rendimiento	1	MIL/hornada	MIL	39.04
ESPECIFICACIONES: Comprende el encajonado y calcinado por 5 - 7 días consecutivos y el tapado con barro.							
	MATERIALES						
	CASCARILLA DE ARROZ	SACOS UND		16.67	2.00	33.33	33.33
	MANO DE OBRA						
	OFICIAL	HH	0.10	0.80	6.93	5.54	5.54
	EQUIPOS						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	5.54	0.17	0.17

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33 Presupuesto para elaborar 1 Millar de Ladrillos de Arcilla

PRESUPUESTO PARA ELABORAR 1 MILLAR DE LADRILLOS						
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ARTESANALES (PATRÓN)					
PROPIETARIO:	Justo Eugenio Tambo			HOJA N°:		
UBICACIÓN:	José Leonardo Ortiz - Urbanización San José Obrero			ELABORADO POR:	A. Jean Pool Lozano Olaya	
FECHA:	Chiclayo, Diciembre del 2019					
CÓDIGO	INSUMO	UNIDAD	X MIL	MATERIALES	MANO DE OBRA	HERRAMIENTAS
				P. PARCIAL	P. PARCIAL	P. PARCIAL
1	EXTRACCION DE MATERIA PRIMA (COMPRA) ESPECIFICACIONES: Desmembramiento de materia prima en terreno normal seco, con pico y lampa	M3	2.50	S/ 43.67	S/ 19.88	S/ 0.60
2	DOSIFICACIÓN, MEZCLADO Y AMASADO ESPECIFICACIONES: Comprende Dosificación, Mezcla y Amasado	MIL	1.00	S/ 0.00	S/ 55.24	S/ 1.66
3	MOLDEADO DE LAS UNIDADES ESPECIFICACIONES: Comprende el moldeo de las unidades en las gaveras	MIL	1.00	S/ 0.00	S/ 55.24	S/ 1.66
4	SECADO Y TRASLADO A PIE DE HORNO ESPECIFICACIONES: Comprende el volteado, apilado y transporte a pie de horno	MIL	1.00	S/ 0.00	S/ 5.54	S/ 0.17
5	QUEMADO DE LADRILLOS ESPECIFICACIONES: Comprende el encajonado y calcinado por 5 - 7 días consecutivos y el tapado con barro.	MIL	1.00	S/ 33.33	S/ 5.54	S/ 0.17
				S/ 77.00	S/ 141.44	S/ 4.24
	COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN POR MILLAR	S/.		S/ 222.68		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34 Costos de Producción de Ladrillos de Arcilla con Incorporación de Lodos

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ARTESANALES CON INCORPORACIÓN DE LODOS SECOS DE AGUA RESIDUAL (5% ÓPTIMO)						
PROPIETARIO:	Justo Eugenio Tambo			HOJA N°:			
UBICACIÓN:	José Leonardo Ortiz - Urbanización San José Obrero			ELABORADO POR:	A. Jean Pool Lozano Olaya		
FECHA:	Chiclayo, Diciembre del 2019						
CÓDIGO	INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL
1	EXTRACCION DE MATERIA PRIMA (COMPRA)		Rendimiento	2.5	M3/día	M3	68.59
	ESPECIFICACIONES: Desmembramiento de materia prima en terreno normal seco, con pico y lampa						
	MATERIALES						
	SUELO ARCILLOSO	M3		2.44	10.00	24.44	
	ARENA NEGRA FINA	M3		1.00	12.00	12.00	
	LODO SECO DE AGUA RESIDUAL	M3		0.56	8.00	4.44	
	AGUA	M3		1.44	5.00	7.22	48.11
	MANO DE OBRA						
	PEON	HH	1	3.20	6.21	19.88	19.88
	EQUIPOS						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	19.88	0.60	0.60
2	DOSIFICACIÓN, MEZCLADO Y AMASADO		Rendimiento	1.05	MIL/día	MIL	54.19
	ESPECIFICACIONES: Comprende Dosificación, Mezcla y Amasado						
	MATERIALES						
	MANO DE OBRA						
	OFICIAL	HH	0.1	0.76	6.93	5.28	
	PEON	HH	1	7.62	6.21	47.33	52.61
	EQUIPOS						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	52.61	1.58	1.58

3	MOLDEADO DE LAS UNIDADES		Rendimiento	1.05	MIL/día	MIL	54.19
	ESPECIFICACIONES: Comprende el moldeo de las unidades en las gaveras						
	MATERIALES						
	MANO DE OBRA						
	OFICIAL	HH	0.1	0.76	6.93	5.28	
	PEON	HH	1	7.62	6.21	47.33	52.61
	EQUIPOS						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	52.61	1.58	1.58
4	SECADO Y TRASLADO A PIE DE HORNO		Rendimiento	1.05	MIL/día	MIL	5.44
	ESPECIFICACIONES: Comprende el volteado, apilado y transporte a pie de horno						
	MATERIALES						
	MANO DE OBRA						
	OFICIAL	HH	0.10	0.76	6.93	5.28	5.28
	EQUIPOS						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	5.28	0.16	0.16
5	QUEMADO DE LADRILLOS		Rendimiento	1.05	MIL/hornada	MIL	38.77
	ESPECIFICACIONES: Comprende el encajonado y calcinado por 5 - 7 días consecutivos y el tapado con barro.						
	MATERIALES						
	CASCARILLA DE ARROZ	SACOS UND		16.67	2.00	33.33	33.33
	MANO DE OBRA						
	OFICIAL	HH	0.10	0.76	6.93	5.28	5.28
	EQUIPOS						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	5.28	0.16	0.16

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35 Presupuesto para elaborar 1 Millar de Ladrillos de Arcilla con Incorporación de Lodos

PRESUPUESTO PARA ELABORAR 1 MILLAR DE LADRILLOS						
PROYECTO:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ARTESANALES CON INCORPORACIÓN DE LODOS SECOS DE AGUA RESIDUAL (5% ÓPTIMO)					
PROPIETARIO:	Justo Eugenio Tambo		HOJA N°:			
UBICACIÓN:	José Leonardo Ortiz - Urbanización San José Obrero		ELABORADO POR:	A. Jean Pool Lozano Olaya		
FECHA:	Chiclayo, Diciembre del 2019					
CÓDIGO	INSUMO	UNIDAD	X MIL	MATERIALES	MANO DE OBRA	HERRAMIENTAS
				P. PARCIAL	P. PARCIAL	P. PARCIAL
1	EXTRACCION DE MATERIA PRIMA (COMPRA) ESPECIFICACIONES: Desmembramiento de materia prima en terreno normal seco, con pico y lampa	M3	2.50	S/ 48.11	S/ 19.88	S/ 0.60
2	DOSIFICACIÓN, MEZCLADO Y AMASADO ESPECIFICACIONES: Comprende Dosificación, Mezcla y Amasado	MIL	1.05	S/ 0.00	S/ 52.61	S/ 1.58
3	MOLDEADO DE LAS UNIDADES ESPECIFICACIONES: Comprende el moldeo de las unidades en las gaveras	MIL	1.05	S/ 0.00	S/ 52.61	S/ 1.58
4	SECADO Y TRASLADO A PIE DE HORNO ESPECIFICACIONES: Comprende el volteado, apilado y transporte a pie de horno	MIL	1.05	S/ 0.00	S/ 5.28	S/ 0.16
5	QUEMADO DE LADRILLOS ESPECIFICACIONES: Comprende el encajonado y calcinado por 5 - 7 días consecutivos y el tapado con barro.	MIL	1.05	S/ 33.33	S/ 5.28	S/ 0.16
				S/ 81.44	S/ 135.66	S/ 4.07
	COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN POR MILLAR	S/.		S/ 221.17		

Fuente: Elaboración Propia

- **Rentabilidad**

El dueño de la Ladrillera vende su producto (Ladrillos Macizos) a S/. 350.00 el MILLAR a la fecha actual (DICIEMBRE 2019), y como se puede apreciar en los presupuestos anteriores (Ladrillos de Arcilla y Ladrillos de Arcilla con Incorporación de Lodos Secos de Agua Residual) la diferencia económica es de S/. 1.51, lo cual generará mayores utilidades los ladrillos con incorporación de lodos (Ya que al incorporar cierta cantidad de lodos, se genera un residual de ladrillos equivalente al % en peso incorporado), pero en ambos casos considerados no hay pérdidas si toda la producción se llega a vender.

Tabla 36 Rentabilidad Económica, Técnica y Ambiental

Tipo de Ladrillo	Materiales en su elaboración	Costo Total (1 millar) S/.	Ventas brutas (1 Millar) S/.	Utilidades (1 Millar) S.	Beneficio Ambiental
Macizo	Arcilla + Arena Negra Fina + Agua	222.68	350	127.32	Contaminación media
Macizo	Arcilla + Arena Negra Fina + Lodo de Agua Residual (5% en peso) + Agua	221.17	350	128.83	Contaminación media + Reúso de Residuos orgánicos.

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la tabla anterior, los ladrillos que utilizan lodos como incorporación en su mezcla, generan utilidades algo mayores que los ladrillos que no la utilizan (S/. 1.51 por Millar) además es ambientalmente viable ya que damos un aprovechamiento a los residuos sólidos e inclusive mejoran las características físico-mecánicas (resistencia a la compresión en un 2.69 % y resistencia a la flexión en un 25.6 %), como se muestran en los resultados, de los Gráficos 20 y 23.

6.1 METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA RENTABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO

RENTABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO - Relación Beneficio Costo (B/C)

El proyecto consiste en la Elaboración de ladrillos cerámicos artesanales utilizando lodos sedimentados generados en las lagunas de estabilización de Epsel de San José – Lambayeque para la construcción de muros de tabiquería – 2019.

Dicho proyecto surge con el fin de plantear una alternativa de unidad de albañilería artesanal para mitigar el impacto ambiental que generan los lodos al no tener un aprovechamiento.

Los aspectos generales para este proyecto incluyen los asuntos de:

- 1) Información general de la empresa y su localización
- 2) Aspectos del mercado
- 3) Aspectos técnicos
- 4) Aspectos financieros
- 5) Medidas de rentabilidad.

a) Información general de la empresa

LADRILLERA ARTESANAL EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ

En el sector José Leonardo Ortiz se eligió a una empresa ladrillera de rubro artesanal cuya producción asciende a los 18 000 Ladrillos/mes.

La empresa pretende ofrecer ladrillos macizos de calidad, con resultados avalados por ensayos de laboratorio, a diferencia de otras similares en la localidad. La actividad y giro comercial es la producción, venta y distribución de ladrillos artesanales en aspecto con las siguientes características.

Tabla 37 Dimensiones del ladrillo que fabrican en la ladrillera seleccionada

Denominación	Características			Usos y Aplicaciones
	Largo	Ancho	Alto	
Ladrillo King Kong	21	12	8	Ladrillo para muro
Ladrillo King Kong	21	12	6	Ladrillo para muro

Fuente: Elaboración Propia

La empresa abastecería a la región “Lambayeque”, cubriendo las poblaciones más aledañas de la provincia de Chiclayo, provincia de Ferreñafe y la provincia de Lambayeque. Estos poblados son el mercado potencial del proyecto.

La ladrillera artesanal está ubicada en las siguientes coordenadas; -6.748295, -79.861503; en el distrito de José Leonardo Ortiz (Urbanización San José Obrero), en la provincia de Chiclayo del departamento de Lambayeque.

b) Aspectos de mercado local

En la elaboración del producto (ladrillos artesanales) se emplean procesos manuales rudimentarios en los diferentes procesos de elaboración de estas unidades de albañilería artesanal.

La presentación del producto será como una unidad maciza con las siguientes dimensiones 21 x 12 x 8 cm, derivada de un estudio de mercado, que identificó a los principales clientes potenciales: familias y empresarios de Ferreterías del sector rural dedicados a la venta de materiales de construcción.

Los principales particularidades del ladrillo artesanal que se consideran importantes son la disponibilidad, la calidad (demostrada con ensayos de laboratorio / Ficha técnica) y el precio. Otra información es que los precios actuales se consideran altos debido a la escasez de materia prima (Suelo Arcilloso). La evaluación de la demanda para los ladrillos es de 18 millares por mes en temporada promedio.

Respecto al estudio de la oferta, se ubicó a empresas del mismo sector que reparten sus ladrillos artesanales en la población del sector rural.

El estudio de mercado identificó la posibilidad de implementar estrategias de precio de bajo costo para lograr el posicionamiento del negocio. El precio de la unidad de albañilería oscila entre S/ 0.35 y S/ 0.50 soles según el segmento.

c) Aspectos técnicos

El proyecto necesita de infraestructura, equipos, materiales y mano de obra, los cuales son recapitulados en este apartado, mismo que serán financiados por el propietario. La ladrillera artesanal además necesita de un local para la producción, abastecimiento y un área administrativa. Dichos espacios están concentrados en un terreno rentado, cuyas dimensiones son de 50m x 200m (1Ha.)

Tabla 38 Inversión proyectada (Planilla de Presupuestos y Costos para una producción de 18 millares de ladrillos)

Elementos de Costo	Unidad	Cantidad	Precio Unitario S/	Precio Total S/
COSTOS VARIABLES				
Materia Prima				
- Tierra (Suelo Arcilloso)	m3	30	10	300.00
- Arena Negra fina	m3	15	12	180.00
- Agua	m3	18	5	90.00
- Lodo Seco de Agua Residual	m3	3.15	8	25.20
- Llantas	Und	3	10	30.00
- Cascarilla de Arroz (Sacos Negros Largos)	Und	300	2	600.00
Mano de Obra				
- Labrador	Millar	18	35	630.00
- Jornalero	Día	8	20	160.00
- Quemador	N° de Quemadas	2	40	80.00
- Carga y Descarga	Millar	18	10	180.00
- Mantenimiento	Und	1	20	20.00
Servicios				
- Transporte	Millar	18	8	144.00
TOTAL C. VARIABLES				2439.20
Costo Variable Unitario				0.15
COSTO FIJOS				
- Alquiler del Terreno	mes	1	295	295.00
- Alquiler del Horno	mes	1	220	220.00
- Salario Administrador / Dueño	S/ por mes	1	2300	2300.00
- Depreciación Herramientas Manuales	%	0.03	2815	84.45
- Licencia	---	---	---	
TOTAL COSTOS FIJOS				2899.45
TOTAL COSTOS				5338.65

Fuente: Elaboración Propia

- **Punto de equilibrio**

Es la mínima cantidad que se debe producir para cubrir los costos. Por encima de este valor se obtienen utilidades.

Punto de equilibrio = Costos fijos / (Valor de venta unitario – Costo variable unitario)

Asumiendo un precio de venta de 350 Soles por millar, el punto de equilibrio para el ejemplo de la planilla es:

$$\text{P.E.} = 2899.45 / (350 - 0,15) = 8,3\text{millares}$$

Esto significa que es necesario producir como mínimo 8,3 millares para cubrir los costos de producción. Solo produciendo por encima de esta cantidad obtendremos utilidades.

d) Aspectos financieros

A continuación se explican las inversiones, ingresos y costos proyectados para el proyecto que permitirán evaluar su rentabilidad. El total de inversiones proyectado asciende a S/ 5338.65, el cual el emprendedor tendría que invertir.

Por otra parte, los ingresos proyectados de la venta de los 18 millares de ladrillos ascienden a S/ 6300.00, para el año número uno (S/ 350.00 el millar).

Luego se plantea un crecimiento originado de las ventas del producto del 10% por concepto de expansión e inserción del mercado.

En relación a los costos y gastos mensuales de la empresa, sueldos, insumos, consumo de energía, publicidad, entre otros. En dichos costos también serían proyectados con incremento anual del 10% en un periodo previsto a cuatro años.

Tabla 39 Ingresos derivados de la venta de ladrillos macizos artesanales con incorporación de Lodos secos de Agua Residual

Concepto	Año 1 (Constante)	Año 2 (Constante)	Año 3 (Constante)	Año 4 (Constante)
Ladrillo Macizo	S/ 6300.00	S/ 6930.00	S/ 7623.00	S/ 8385.30
Total	S/ 6300.00	S/ 6930.00	S/ 7623.00	S/ 8385.30

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se exponen las proyecciones de Flujo de Efectivo Neto (FEN) a cuatro años. Después de haber calculado la composición de los bienes de la empresa, los recursos que puede generar a futuro, y las utilidades. Dicho FEN permite calcular el tamaño de la rentabilidad para realizar la evaluación financiera.

Esta metodología, es muy útil, ya que se hace un análisis no solo al ambiente externo del negocio, sino también al ambiente interno, ya que nos permite conocer a la competencia, los precios en el mercado, el perfil y qué expectativas tiene el potencial cliente, además nos orienta la comercialización del producto.

Nos permite saber los requerimientos técnicos en infraestructura de la empresa, exponer los equipos y materiales y el estilo de la organización.

De manera adicional tener una contabilidad del flujo de ingresos y egresos para medir el potencial rendimiento proyectado del producto.

Por ello esta metodología es recomendable e inclusive se puede replicar en otros negocios, donde se requiera calcular la rentabilidad. Además con esta metodología el inversionista conocerá como implementar el negocio.

A continuación se muestran los beneficios reales de efectivo en este caso (4 años), se utilizarán métodos complejos para aplicar medidas de rentabilidad.

Tabla 40 Flujo de efectivo neto (FEN) del proyecto

Conceptos	Año 0	Año 1 (Constante)	Año 2 (Constante)	Año 3 (Constante)	Año 4 (Constante)
Inversión Fija y Diferida	S/ -2899.45				
Ingresos / ventas		S/ 6300.00	S/ 6930.00	S/ 7623.00	S/ 8385.30
Total Egresos		S/ 5338.65	S/ 5872.52	S/ 6459.77	S/ 7105.74
Total	S/ -2899.45	S/ 961.35	S/ 1057.48	S/ 1163.23	S/ 1279.56

Fuente: Elaboración Propia

Para evaluar el proyecto se pretende utilizar una tasa de descuento para traer al presente todos los flujos de efectivo y compararlos con la inversión inicial. Para ello se recurrió a una tasa de interés que cobran las instituciones financieras (18% anual).

De tal manera, el emprendedor buscará ganar una tasa de este costo de capital (18% anual). Además, el emprendedor desea recobrar su inversión en un tiempo no mayor a 4 años. En la siguiente tabla se muestran los resultados derivados de la aplicación de las fórmulas de rentabilidad.

Tabla 41 Resultados de los indicadores de rentabilidad.

Medida de Rentabilidad	Clave	Indicador	Criterio
Valor Actual	VA	S/ 2942.13	Acepta
Valor Actual Neto	VAN	S/ 42.68	Acepta
Tasa Interna de Retorno	TIR	18.7118%	Acepta
Periodo de Recuperación de la Inversión	PRIN	4	Acepta
Rendimiento Anual Promedio	RAP	S/. 735.53	

Fuente: Elaboración Propia

- Cálculos realizados en EXCEL

Tiempo	Inversión	Incremental de Beneficios	Incremental de CO&M	Diferencia (Flujo Neto Efectivo)
0	2899.45	0	2899.45	-2899.45
1		6300	5338.65	961.35
2		6930	5872.52	1057.48
3		7623	6459.77	1163.23
4		8385.3	7105.74	1279.56
TOTAL VAN =		S/ 19,280.64	S/ 19,237.96	S/ 42.68

VA =	S/ 2,942.13
B/C =	1.002
VAN =	S/ 42.68
TIR =	18.7181%

$$VAN = -I_{inv.} + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i)^j}$$

DATOS	VALORES
Número de Periodos	4
Tipo de Periodo (n)	Anual
Tasa Social de Descuento (i)	18%

Indicador 1: VA = S/ 2,942.13

Conclusión: Como el VA salió mayor a la inversión (S/ 2899.45) Significa que el proyecto es aceptable, lo cual indica que los beneficios superan lo invertido.

Indicador 2: Relación B/C = S/ 19,280.64 / S/ 19,237.96 = 1.002

Conclusión: Por cada sol invertido (S/. 1.00), obtenemos una ganancia de (S/. 0.002), por lo tanto es rentable. Se recomienda el proyecto.

Indicador 3: VAN = S/ 42.68

Conclusión: Como el VAN salió mayor a 0 (VAN > 0) Significa que el proyecto es rentable, ya que se recuperan los gastos invertidos y además obtenemos ganancias. Se recomienda el proyecto.

Indicador 4: TIR = 18.7181%

Conclusión: La tasa Interna de retorno que hace que el VAN sea = 0 es de i=18.7181% anual y como este valor es mayor a la Tasa Social de Descuento (18%), significa que el proyecto es Rentable.

**TASA DE DESCUENTO < TIR
PROYECTO SE ACEPTA**

**TASA DE DESCUENTO > TIR
PROYECTO SE RECHAZA**

DETALLE	PERIODO				
	0	1	2	3	4
FLUJO NETO EFECTIVO PROYECTADO	-2,899.45	961.35	1,057.48	1,163.23	1,279.56

n	VF	(1+i)^n	VF/(1+i)^n
0	-2,899.45		-2,899.45
1	961.35	1.18	814.70
2	1,057.48	1.39	759.47
3	1,163.23	1.64	707.98
4	1,279.56	1.94	659.98

TOTAL VAN=	42.68
-------------------	--------------

VAN	42.68
------------	--------------

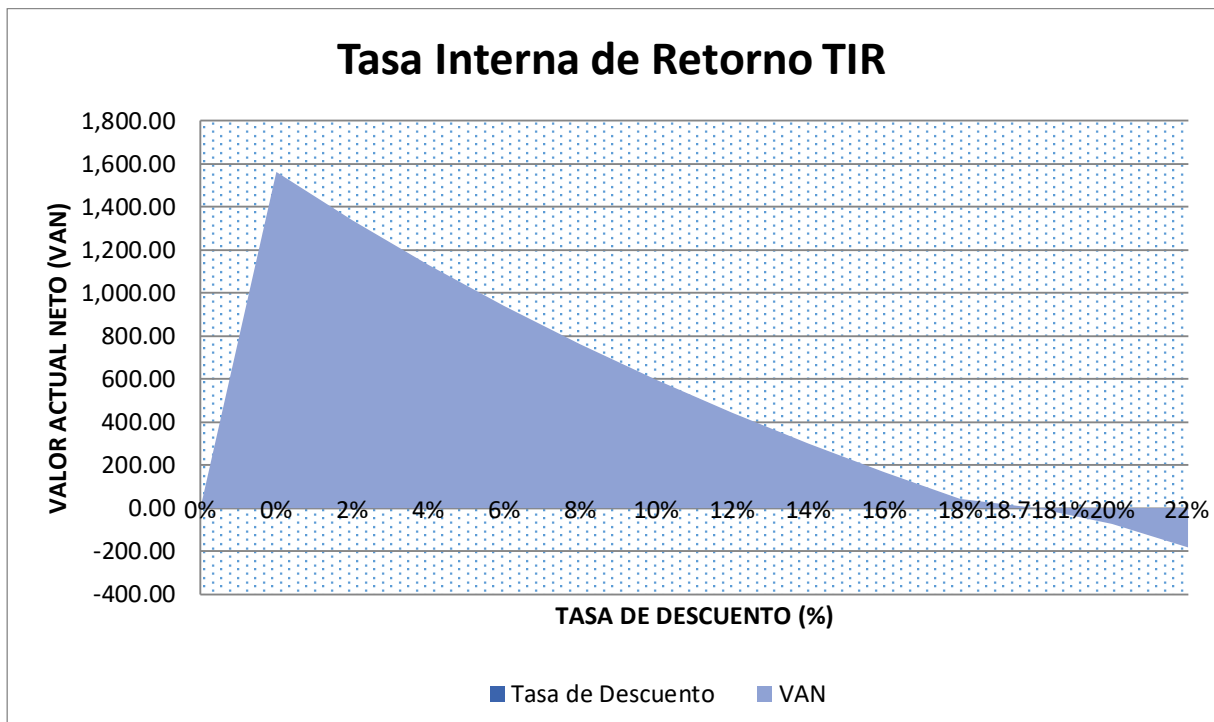
$$VAN = -Inv. + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i)^j}$$

Tasa Interna de Retorno

Tasa de Descuento	VAN
0%	1,562.17
2%	1,337.72
4%	1,130.51
6%	938.84
8%	761.23
10%	596.36
12%	443.06
14%	300.29
16%	167.10
18%	42.68
18.7181%	-0.00
20%	-73.73
22%	-182.79

TIR	18.7181%
------------	-----------------

Gráfico 24 Resultados de la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto



VII. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

7.1 RESUMEN EJECUTIVO

La presente Evaluación de Impacto Ambiental será desarrollado con el fin de tener una visión de los posibles impactos ambientales los cuales podrían originar la ejecución del Proyecto de Investigación denominado: **ELABORACIÓN DE LADRILLOS CERÁMICOS ARTESANALES UTILIZANDO LODOS SEDIMENTADOS GENERADOS EN LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE EPSEL DE SAN JOSÉ - LAMBAYEQUE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE TABIQUERÍA – 2019**, teniendo como sectores de estudio la disposición final de lodos en la PTAR de San José, Lambayeque y la actividad ladrillera (artesanal) ubicada en las siguientes coordenadas; -6.748295, -79.861503; en el distrito de José Leonardo Ortiz (Urbanización San José Obrero), en la provincia de Chiclayo del departamento de Lambayeque.

En la actualidad una de las principales problemáticas es la gestión adecuada de los residuos sólidos, tal es el caso de la PTAR de San José, Lambayeque, que busca alternativas para nuevos usos de sus subproductos emitidos (Lodos generados durante la estabilización de las aguas residuales), es por ello que con esta investigación se busca reutilizar dichos residuos para mitigar la contaminación.

Por esta razón se ha impulsado la búsqueda de métodos o técnicas para reciclar estos residuos, encontrando en la elaboración de ladrillos cerámicos (artesanales) una manera de utilizarlos dando un beneficio al sector construcción y una solución o alternativa ecológica para permitir la eliminación de áreas de almacenaje nocivas e insalubres como disposición final de estos residuos que afecta a pobladores del distrito de Ciudad de Dios.

7.2 DATOS GENERALES DE EVALUACIÓN

7.2.1 Nombre del Proponente

Tabla 42 Nombre del Proponente

Razón Social / Representante Legal	Anderly Jean Pool Lozano Olaya
Domicilio Legal	Caserío Cruz Blanca
Distrito / Ciudad	Túcume
Provincia	Lambayeque
Departamento	Lambayeque. Perú
Correo electrónico	jeanpoollozanoolaya@gmail.com

Fuente: Elaboración propia

7.2.2 Equipo Profesional Multidisciplinario

Tabla 43 Nombre del Proponente

Apellidos y Nombres	Participación o Responsabilidad	Firma
Ing. Carranza Cieza, Segundo Guillermo	Asesor	
Lozano Olaya, A. Jean Pool	Proyectista	

Fuente: Elaboración propia

7.3 GENERALIDADES

7.3.1 OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

7.3.1.1 Objetivo General

Realizar la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto denominado ELABORACIÓN DE LADRILLOS CERÁMICOS ARTESANALES UTILIZANDO LODOS SEDIMENTADOS GENERADOS EN LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE EPSEL DE SAN JOSÉ - LAMBAYEQUE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE TABIQUERÍA – 2019.

7.3.1.2 Objetivos Específicos

- Describir el proyecto
- Desarrollar la Línea Base Ambiental
- Caracterizar los Impactos Ambientales
- Desarrollar Estrategias de Manejo Ambiental

7.3.2 ALCANCE

El desarrollo del proyecto permitirá que en la localidad de Ciudad de Dios - San José – Lambayeque se desarrolle tanto en el ámbito económico como ambiental, ya que los lodos son residuos considerados como agentes de contaminación ambiental debido a la mala disposición final que estos tienen.

Al reutilizar este residuo se observará gran disminución de contaminación en este sector, la innovación y la mejora en la calidad de vida de aquellas personas afectadas; ya que los malos olores que se generan por la acumulación de estos lodos generan problemas respiratorios a los pobladores más aledaños de dichas lagunas de estabilización.

Además al reutilizar este residuo se generará beneficios en el sector construcción.

7.4 MARCO LEGAL Y ADMINISTRATIVO

7.4.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ (1993)

Es la norma legal de mayor trascendencia jurídica del país, que en su Título I resalta como uno de los derechos fundamentales de la persona humana, el derecho a la paz, tranquilidad y a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida. Del mismo modo, en su Título III del Régimen Económico, Capítulo II del Ambiente y de los Recursos Naturales (Artículos 66° al 69°) prescribe que “los recursos naturales renovables y no renovables, son considerados como patrimonio de la Nación, el Estado promueve su uso sostenible, la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.”

7.4.2 POLÍTICA DE ESTADO N°19: DESARROLLO SOSTENIBLE Y GESTIÓN AMBIENTAL

“Integrar la política nacional ambiental con las políticas económicas, sociales y culturales del país, para contribuir a superar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible del Perú, promoviendo la institucionalidad de la gestión ambiental pública y privada que facilite el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la diversidad biológica, la protección ambiental y el desarrollo de centros poblados y ciudades sostenibles, con el objetivo de mejorar la calidad de vida, preferentemente con énfasis en la población más vulnerable del país.

7.4.3 LEY GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE: LEY N° 28611

Publicada el 15 de octubre del 2005 que sustituye al Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Esta ley pretende ser la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Esta Ley en su artículo I nos menciona que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país. Como también en su artículo VI (Del principio de prevención) La gestión ambiental tiene como objetivos prioritarios prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental. Cuando no sea posible eliminar las causas que la generan, se adoptan las medidas de mitigación, recuperación, restauración o eventual compensación, que correspondan.

Así mismo en su Título III capítulo I y artículo 91 nos menciona que El Estado es responsable de promover y regular el uso sostenible del recurso suelo, buscando prevenir o reducir su pérdida y deterioro por erosión o contaminación.

7.4.4 LEY 23407: “LEY GENERAL DE INDUSTRIA”

Esta ley en su Capítulo III Art. 103, nos menciona que todas las empresas industriales desarrollarán sus actividades sin afectar el medio ambiente ni alterar el equilibrio de los ecosistemas, ni causar perjuicio a las colectividades; en caso contrario las empresas industriales están obligadas a trasladar sus plantas en un plazo no mayor de cinco años bajo apercibimiento de sanciones administrativas o de otra naturaleza.

7.4.5 RESOLUCIÓN MINISTERIAL 026-2000-ITINCI:

“Protocolos de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas”

Este protocolo permite estandarizar los métodos de monitoreo (muestreo, análisis, etc.) e implementar los Programas de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas en la Industria, entes gubernamentales y empresas consultoras envueltas en la actividad ambiental.

Contiene las pautas básicas para la ejecución del monitoreo, procesamiento de los datos y elaboración de informes.

7.4.6 LEY N° 26842: “LEY GENERAL DE LA SALUD” (20-07-1997)

Esta ley en su Capítulo VIII (De la protección del Ambiente para la Salud) Artículos 103-104, nos menciona que La protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares para preservar la salud de las personas, además que Toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.

7.4.7 CÓDIGO PENAL: DECRETO LEGISLATIVO 635

Este decreto en su capítulo I (Delitos de contaminación) y en su artículo 304 nos indica que El que, infringiendo leyes, reglamentos o límites máximos permisibles, provoque o realice descargas, emisiones, emisiones de gases tóxicos, emisiones de ruido, filtraciones, vertimientos o radiaciones contaminantes en la atmósfera, el suelo, el subsuelo, las aguas terrestres, marítimas o subterráneas, que cause o pueda causar perjuicio, alteración o daño grave al ambiente o sus componentes, la calidad ambiental o la salud ambiental, según la calificación reglamentaria de la autoridad ambiental, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de cuatro años ni mayor de seis años y con cien a seiscientos días-multa.

7.4.8 LEY 26821: “LEY ORGÁNICA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES”

Esta ley en su título I (Art. 1 y 2) indican que: Ley Orgánica norma el régimen de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, en tanto constituyen patrimonio de la Nación, estableciendo sus condiciones y las modalidades de otorgamiento a particulares, en cumplimiento del mandato contenido en los Artículos 66 y 67 del Capítulo II del Título III de la Constitución Política del Perú y en concordancia con lo establecido en el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales y los convenios internacionales ratificados por el Perú.

Y tiene como objetivo promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, renovables y no renovables, estableciendo un marco adecuado para el fomento a la inversión, procurando un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales y del ambiente y el desarrollo integral de la persona humana.

Además en su título IV – Art. 28: indican que los recursos naturales deben aprovecharse en forma sostenible. El aprovechamiento sostenible implica el manejo racional de los recursos naturales teniendo en cuenta su capacidad de renovación, evitando su sobreexplotación y reponiéndolos cualitativa y cuantitativamente, de ser el caso.

7.4.9 LEY DE RECURSOS HÍDRICOS-LEY N°29338

La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable, y tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.

7.4.10 DECRETO SUPREMO N°074-2001-PCM: REGLAMENTO DE ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AIRE

Este decreto en su título I en el artículo 2 indican que para el mejoramiento de la calidad del aire se tomarán en cuenta las disposiciones del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, así como los siguientes principios generales: a) La protección de la calidad del aire es obligación de todos, b) Las medidas de mejoramiento de la calidad del aire se basan en análisis costo – beneficio, c) La información y educación a la población respecto de las prácticas que mejoran o deterioran la calidad del aire serán constantes, confiables y oportunas.

7.4.11 REGLAMENTO DE ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO (D.S. N°085-2003-PCM)

Establece estándares primarios de calidad ambiental (ECA) para ruido, en el ambiente que no deben excederse para proteger a la salud humana.

7.4.12 LEY N° 27446: LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (23-04-2001)

Este dispositivo legal establece un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas, indicados en los artículos 4 y 5 respectivamente.

-Decreto Supremo N°019-2009-MINAM-Aprueban el Reglamento de la Ley N°27446, Ley Del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental:

El reglamento tiene por objeto lograr la efectiva identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión, así como de políticas, planes y programas públicos a través del SEIA.

7.4.13 LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS-LEY N°27314 (20/07/2000)

Establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana. Prescribe en su artículo 31°, que el manejo de residuos sólidos, entre los que se encuentran los residuos de las actividades de construcción, es parte integrante de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y de los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), con observancia de las disposiciones reglamentarias de la presente Ley y, en particular de los aspectos de prevención y control de riesgos sanitarios y ambientales y, criterios, y características de operaciones y manejo, con sujeción a los principios de prevención de impactos negativos y protección de la salud.

7.4.14 D.L N°1278, LEY DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (23/12/2016)

Mediante el D.L, se aprueba la **Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Reglamentando por Decreto Supremo N°014-2017-MINAM**, entrando en vigencia desde el 15 de noviembre del 2018, norma que establece el tratamiento integral de los residuos sólidos, dentro de ello tiene como finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa.

7.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto utiliza residuos generados durante el proceso de estabilización de aguas residuales (Lodos) generados en la PTAR de San José- Lambayeque; para la producción de ladrillos cerámicos artesanales (ladrillos macizos); dichos ladrillos se elaboran en la ladrillera artesanal que se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas; -6.748295, -79.861503; en el distrito de José Leonardo Ortiz (Urbanización San José Obrero), en la provincia de Chiclayo del departamento de Lambayeque, posteriormente a dichas unidades se les ha realizado los ensayos respectivos en las instalaciones de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo del distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

La evaluación a realizar incluye el diagnóstico del ambiente del área de donde se extraen los lodos y además el área que se está viendo más afectada por el proceso de la fabricación de ladrillos, además de el reconocimiento de los impactos positivos y negativos que están teniendo lugar en el ambiente, para que así se determinen un conjunto de disposiciones estructuradas que permitirán mitigar, controlar o evitar los impactos ambientales negativos, tanto durante la construcción, como durante su funcionamiento del proyecto (Viviendas).

Se contaron con todas las actividades que se van a realizar en la ejecución del proyecto para determinar su posible grado de afectación sobre los elementos o componentes del ambiente de su ámbito de influencia.

7.5.1 ANTECEDENTES DEL LUGAR DEL PROYECTO

➤ Lodos Secos de Aguas Residuales

Los lodos secos de aguas residuales se depositan en una laguna de lodos y queda ubicado en la misma PTAR de San José – Lambayeque, en el Km 6 de la Carretera Chiclayo – San José a 500 m de Ciudad de Dios, aquí es donde se han almacenado dichos lodos después de que se hiciera el mantenimiento de una de las 10 lagunas ya que dejó de funcionar bien debido al colapso por la gran cantidad de lodos que se generaron durante el año 2010.

Figura 74 Vista Satelital de la ubicación de la PTAR - San José



Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

Figura 75 Laguna de lodos donde están almacenado los lodos actualmente para su total deshidratación.



Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

Figura 76 Laguna de lodos Secos



Fuente: Propia

➤ **Ladrillera Artesanal**

Hasta el año 2012 el área era utilizada como terreno de cultivo, con presencia de agua superficial. Posteriormente a eso se instaló una ladrillera artesanal que aún sigue trabajando hasta la actualidad (2020), en un principio esta área era poco poblada, pero ahora ya se han construido muchas viviendas, estando muy cerca de la zona donde se realiza todo el desarrollo de la elaboración de los ladrillos.

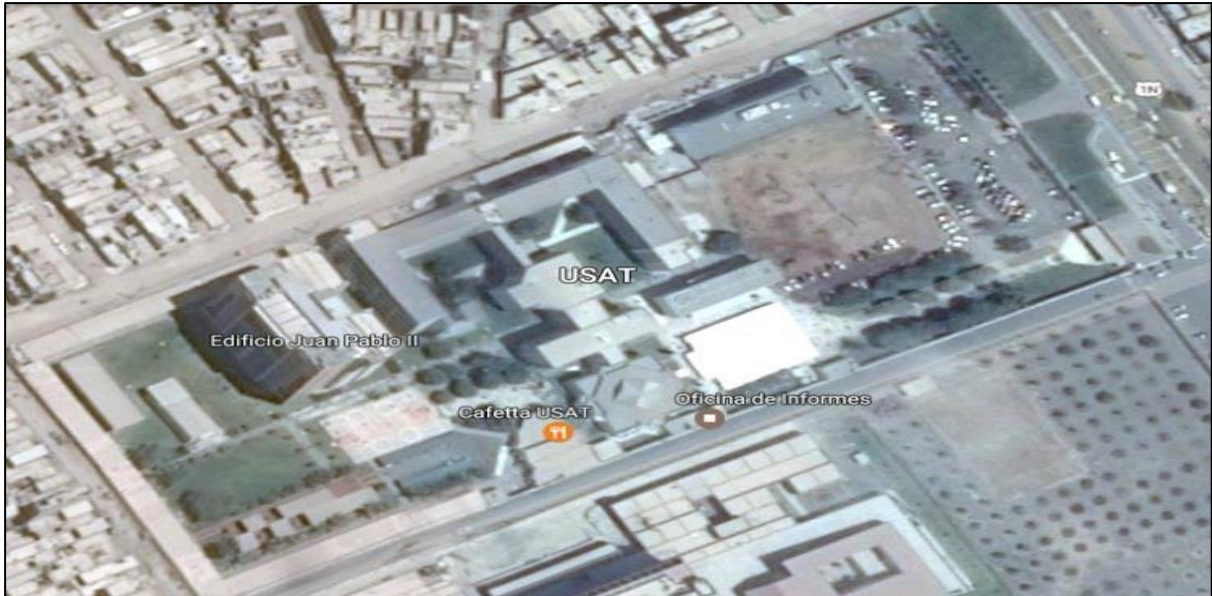
Figura 77 Área de Terreno usado para fabricar ladrillos en el año 2019



Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

➤ **Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**

Figura 78 Mapa de Ubicación – Instalaciones USAT



Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

Figura 79 Mapa de Ubicación – Laboratorio de Ingeniería USAT



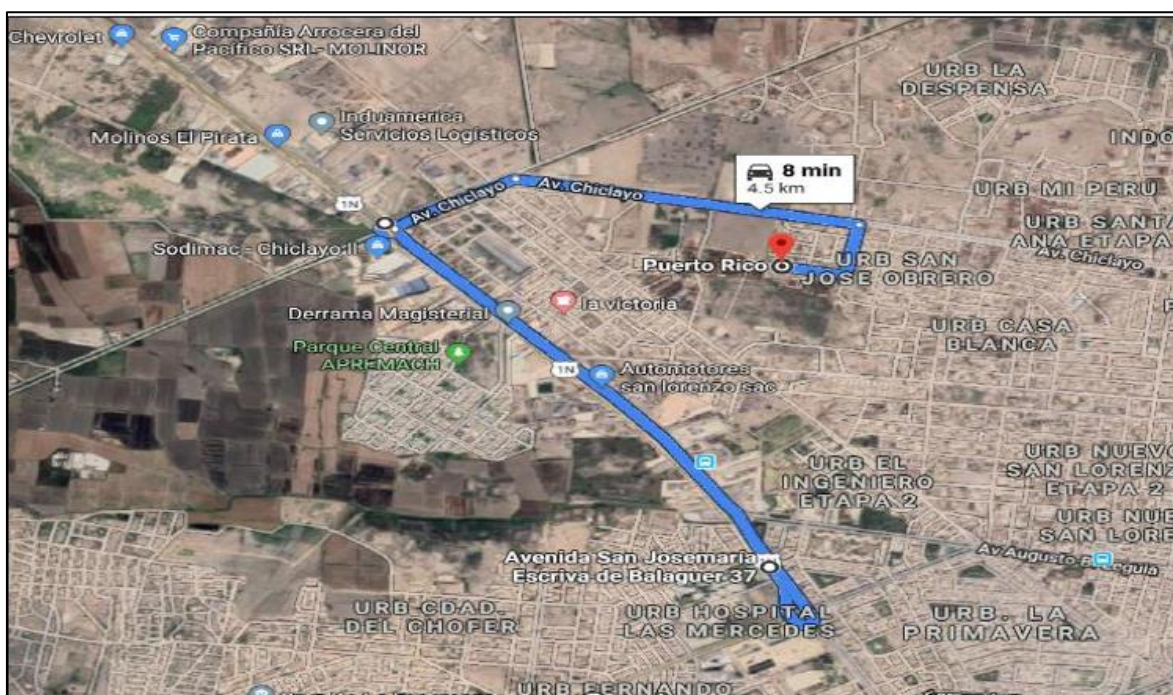
Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

7.5.2 UBICACIÓN DE LA LADRILLERA ARTESANAL

La zona en estudio se ubica en las siguientes coordenadas; -6.748295, -79.861503; en el distrito de José Leonardo Ortiz (Urbanización San José Obrero), en la provincia de Chiclayo del departamento de Lambayeque y cuenta con un área de terreno aproximado de 1 Ha.

Tomando como punto de partida la USAT, hasta el lugar de la ladrillera hay una distancia de 4.5 Km y para llegar hasta allá en movilidad se toma un tiempo de 8 min como se muestra en la Grafica siguiente.

Figura 80 Localización de la ladrillera artesanal



Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

7.5.3 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

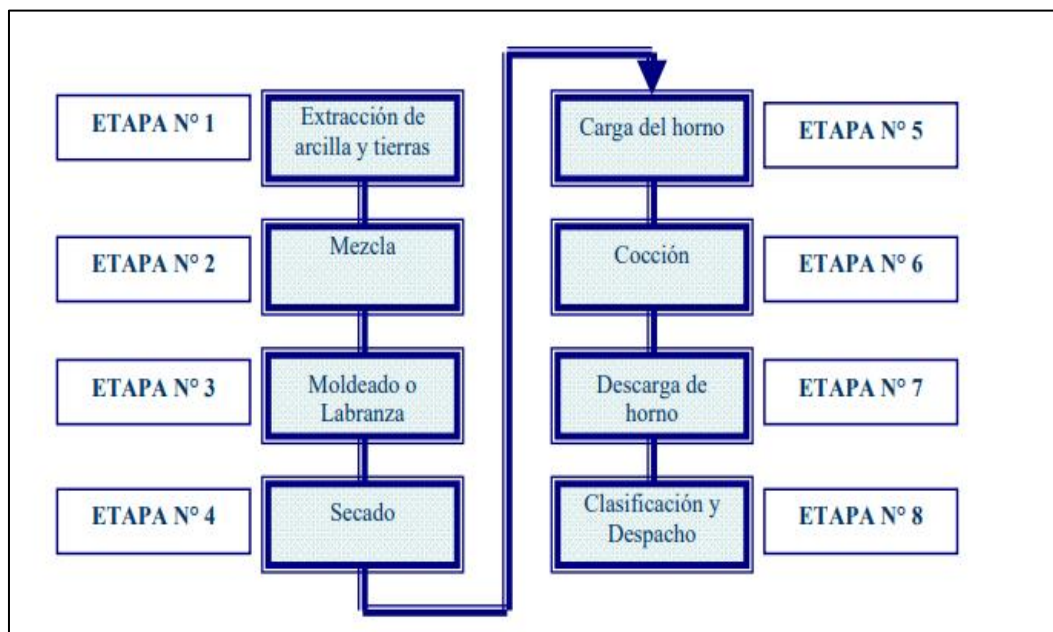
➤ ACCESOS Y UBICACIÓN

Las vías de acceso al terreno se dan por medio de la Carretera Panamericana Norte ingresando por la avenida Chiclayo, y llegando a la Urbanización San José Obrero, el terreno se encuentra ubicado entre las calles: Puerto Rico y Calle Real, como se indica en el gráfico anterior y estas vías son asfaltadas.

➤ DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- El Diagrama de Flujo general para la actividad ladrillera se muestra en la figura siguiente:

Figura 81 Diagrama de Flujo para la actividad ladrillera



Fuente: Guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales, 2010.

➤ **ÁREAS Y PERÍMETROS**

- Área y perímetro del terreno de la ladrillera
 - Área: 1Ha. (50mx200m)
 - Perímetro: 500ml
- Área del horno de quemado
 - ✓ HORNO 1
 - Área: 4 de largo por 4 de ancho : 16m²
 - Perímetro: 16ml
 - ✓ HORNO 2
 - Área: 3 de largo por 2.4 de ancho : 7.2m²
 - Perímetro: 10.8ml

Figura 82 Horno artesanal de la ladrillera seleccionada



Fuente: Propia

7.6 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Para delimitar el área de influencia se debe tener en cuenta las principales actividades y sus posibles impactos tanto positivos como negativos sobre los elementos o componentes del ambiente de su ámbito de influencia. Estos elementos fueron determinados luego de estudiar la información, acerca de los componentes físicos, biológicos y socio-económicos más relevantes que tendrían interrelación e impacto con las actividades del proyecto.

El área de influencia puede ser directa o indirecta y la profundidad del análisis depende del tamaño del proyecto evaluado.

En el presente proyecto, la investigación se centrará en el área de influencia directa, la cual comprende el área donde los impactos ambientales y sociales se darán de forma directa que serán:

La localidad de Ciudad de Dios que se encuentra a 500 m de las lagunas de estabilización de San José; donde se realizará la extracción de residuos (lodos secos de agua residual) para reutilizar en la producción de unidades de albañilería.

También el distrito de **José Leonardo Ortiz (Urbanización San José Obrero)**, en la provincia de Chiclayo; lugar donde está ubicada la ladrillera artesanal; donde se realizará la producción de las unidades de albañilería.

También se tiene una zona de influencia indirecta que sería todo el **departamento de Lambayeque** al incorporar estos residuos en el sector construcción.

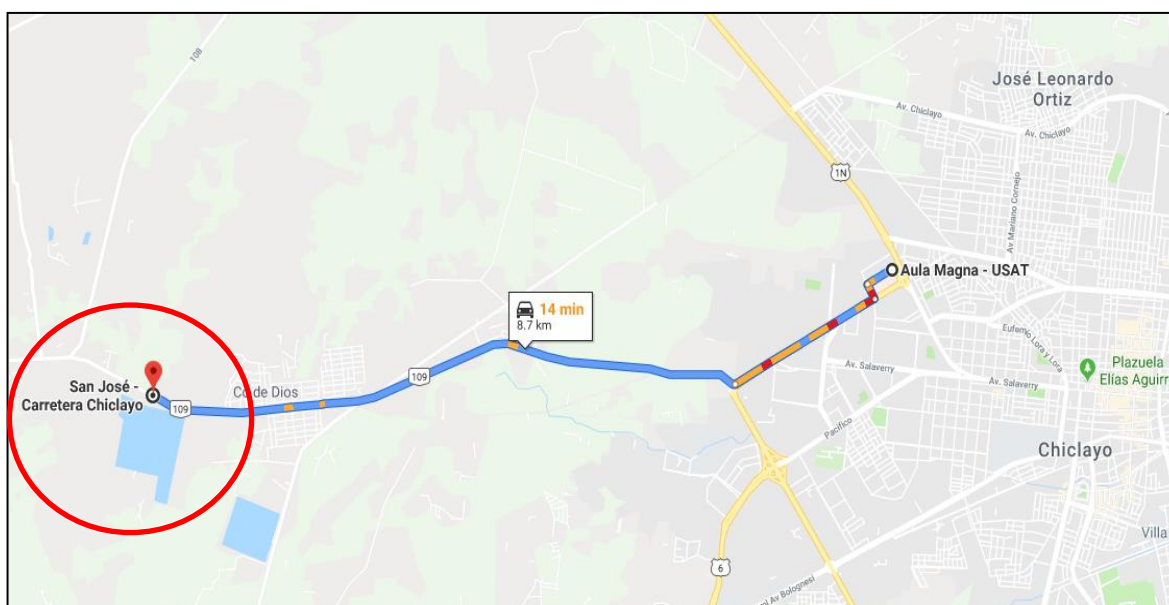
7.6.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)

- a) La localidad de Ciudad de Dios se encuentra a tan solo 500m de las lagunas de estabilización de San José; ubicada en el Km 6 de la Carretera Chiclayo – San José; teniendo como principales afectados a los pobladores de las viviendas de dicha localidad, debido a los olores que perciben por la estabilización de dichas aguas residuales como también por la aglomeración de residuos sólidos que este proceso genera.

Por lo tanto los aspectos e impactos ambientales producidos por las actividades de extracción de los residuos (lodos secos de agua residual), influyen en forma directa sobre los diferentes factores ambientales (físicos, bióticos, socioeconómicos y culturales), para reutilizar en la elaboración de unidades de albañilería.

Se ha tomado a la Localidad de Ciudad de Dios como un área de influencia directa, para la realización de los estudios. Esta zona fue establecida determinando la tarea que se efectuará durante la extracción de los residuos en la PTAR, un residuo incorporado en la producción de los Ladrillos.

Figura 83 Ubicación de planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) San José



Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

Figura 84 Vista Satelital de la ubicación de la PTAR - San José



Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

Figura 85 Laguna de lodos donde están almacenado los lodos actualmente para su remoción de líquidos.



Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

Figura 86 Laguna de lodos (1)



Fuente: Propia

Figura 87 Laguna de lodos (2)



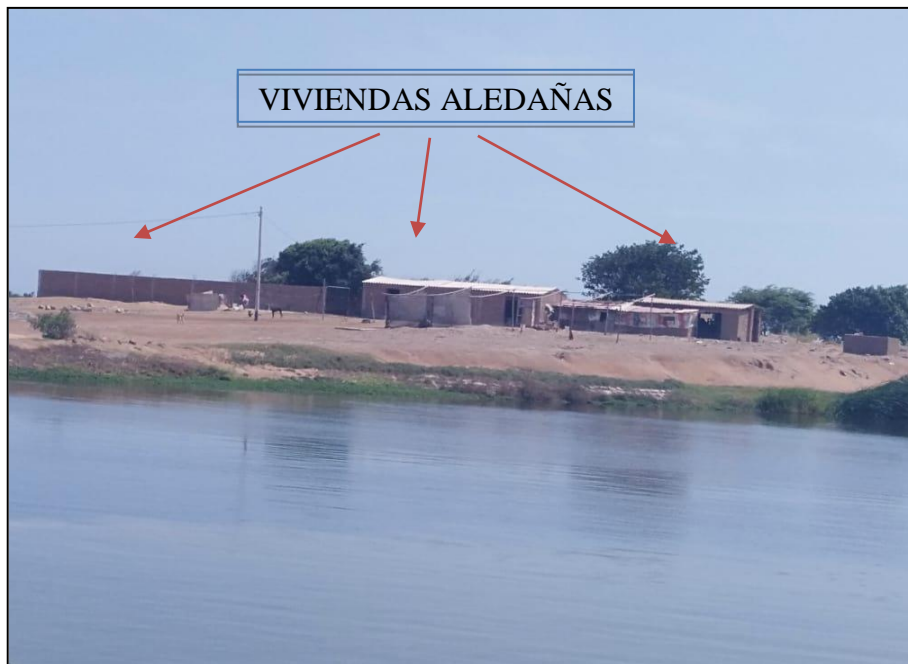
Fuente: Propia

Figura 88 Laguna de lodos (3)



Fuente: Propia

Figura 89 Viviendas aledañas a las lagunas de Estabilización y laguna de acumulación de lodos



Fuente: Propia

En las imágenes anteriores se puede observar el lugar donde se realiza la estabilización de las aguas residuales y la acumulación de residuos sólidos (lodos) afectando así al **Aire** como factor ambiental por lo que podemos visualizar que muy cerca a estas lagunas existen viviendas que son afectadas por los gases emitidos durante la estabilización de estos residuos exponiéndose así muy directamente dichas familias.

Figura 90 Entorno respecto a la PTAR de San José – Ciudad de Dios – San José - Lambayeque



Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

En la imagen anterior podemos observar que tenemos la localidad de Ciudad de Dios más cerca del funcionamiento de la PTAR, sin lugar a duda toda la población que se encuentra en este sector forma así parte de la Área de Influencia Ambiental Directa.

Con respecto al factor **ambiental socioeconómico** es muy favorable porque ahora con la extracción de los residuos se generará puestos de trabajo y además se reducirá la emanación de olores por la acumulación de lodos que se genera.

Por esta razón su área de influencia ambiental directa es la localidad de Ciudad de Dios en el afán de buscar más calidad de vida frente a estos olores emanados, convirtiéndose así la PTAR en uno de los proveedores de materia prima como material de construcción en la provincia de Chiclayo.

b) La ladrillera en estudio en la actualidad está en los límites de una zona urbana, es decir, se encuentra en una zona donde ya no se lleva a cabo la actividad agrícola. En este sentido, como área de influencia directa del proyecto, también se considera el distrito de José Leonardo Ortiz (Urbanización San José Obrero), en la provincia de Chiclayo del departamento de Lambayeque, teniendo como principales afectados por la constante incineración de la materia prima, los pobladores de las viviendas aledañas.

Por lo tanto los aspectos e impactos ambientales generados por las actividades desarrolladas por la Ladrillera Artesanal, influyen en forma directa sobre los distintos factores ambientales (físicos, bióticos, socioeconómicos y culturales) y la magnitud (escala de deterioro/afectación) de los mismos.

Se ha tomado en cuenta 200 m de radio como mínimo en un área de influencia directa de la infraestructura, para la elaboración de los estudios. Esta zona fue establecida determinando las tareas que se efectuarán durante el funcionamiento de la producción de los Ladrillos.

Figura 91 Viviendas aledañas al horno artesanal



Fuente: Propia

En la imagen anterior se puede observar el lugar donde se realiza la quema de los ladrillos afectando así al Aire como **factor ambiental** por lo que podemos visualizar que muy cerca a este horno artesanal existen viviendas que son afectadas por los gases emitidos por la quema de los ladrillos exponiendo así a los niños sobre todo que salen a jugar fuera de sus casas.

Figura 92 Entorno respecto al horno artesanal – Urbanización San José Obrero – José Leonardo Ortiz - Chiclayo



Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

En la imagen anterior podemos observar que tenemos muchas viviendas que están cerca del funcionamiento de la Ladrillera, sin lugar a duda toda la población que se encuentra en este sector forma así parte de la Área de Influencia Ambiental Directa.

Con respecto al **factor ambiental socioeconómico** es muy favorable porque muchas viviendas son construidas con ladrillos, dejando así el adobe y esto debido a las fuertes lluvias que en años anteriores cuando aconteció el fenómeno del niño, afectó así a este distrito y muchos más del departamento de Lambayeque.

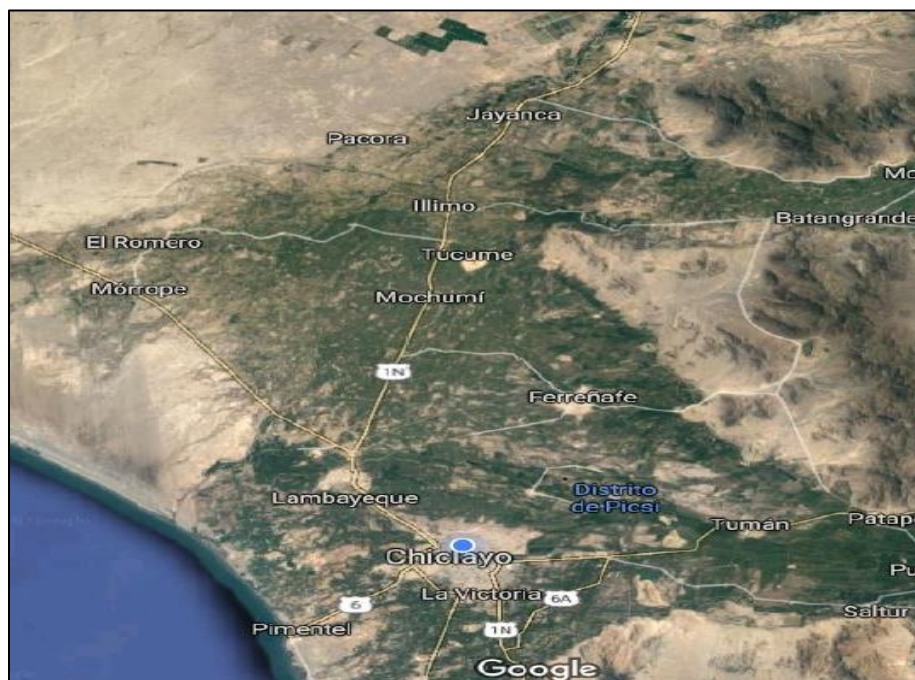
Por esta razón su área de influencia ambiental directa también es el Distrito de José Leonardo Ortiz en el afán de buscar más seguridad frente a lluvias torrenciales, convirtiéndose así la ladrillera en uno de los proveedores dentro de la provincia de Chiclayo.

7.6.2 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

El ámbito de influencia indirecta es mucho más amplio, en este caso es la Región Lambayeque, y por tal motivo se han obtenido como referencia geográfica los límites distritales; entonces, incidirán sobre la operatividad de la infraestructura de funcionamiento la influencia determinada por la interacción de los parámetros físicos y socioeconómicos.

Por lo mencionado, el área de influencia indirecta abarca un espacio en que las acciones sinérgicas de los parámetros ambientales, pueden ocasionar consecuencias principalmente indirectas a la infraestructura educativa y que se traducen fundamentalmente en los aspectos socioeconómicos.

Figura 93 La región Lambayeque conectada por la carretera Fernando Belaunde Terry



Fuente: Google Maps

Con respecto al factor socioeconómico es un factor que involucra a toda la región Lambayeque con respecto a sus costos, es decir son mucho menor que los ladrillos vendidos de las fábricas ubicadas en la Región.

Con respecto a los residuos que quedan, después de quemar el ladrillo:

Ceniza: Este puede ser reutilizado en la elaboración de la mezcla para la elaboración de nuevas unidades.

Merma: Estos pueden ser utilizados como rellenos en todo el departamento de Lambayeque.

Figura 94 Residuos generados después de la quema de ladrillos



Fuente: (Elaboración Propia)

7.6.3 PLANIFICACIÓN

Para el funcionamiento de la ladrillera Artesanal se han realizado los siguientes estudios:

- Observación del lugar donde se elaboran los moldes de los ladrillos que permite conocer el relieve del terreno del área del proyecto.
- Conocer su tipo de suelo y calidad, donde se extraerá la materia prima que es el suelo para formar los ladrillos y finalmente quemarlos.
- Y el presente Estudio de Impacto Ambiental (DIA), para identificar los impactos ambientales y las medidas de prevención y mitigación.

7.6.4 ETAPA DE FUNCIONAMIENTO

- Obras provisionales
- Los trabajos que se realizan para elaborar el ladrillo

7.7 LÍNEA BASE AMBIENTAL (LBA)

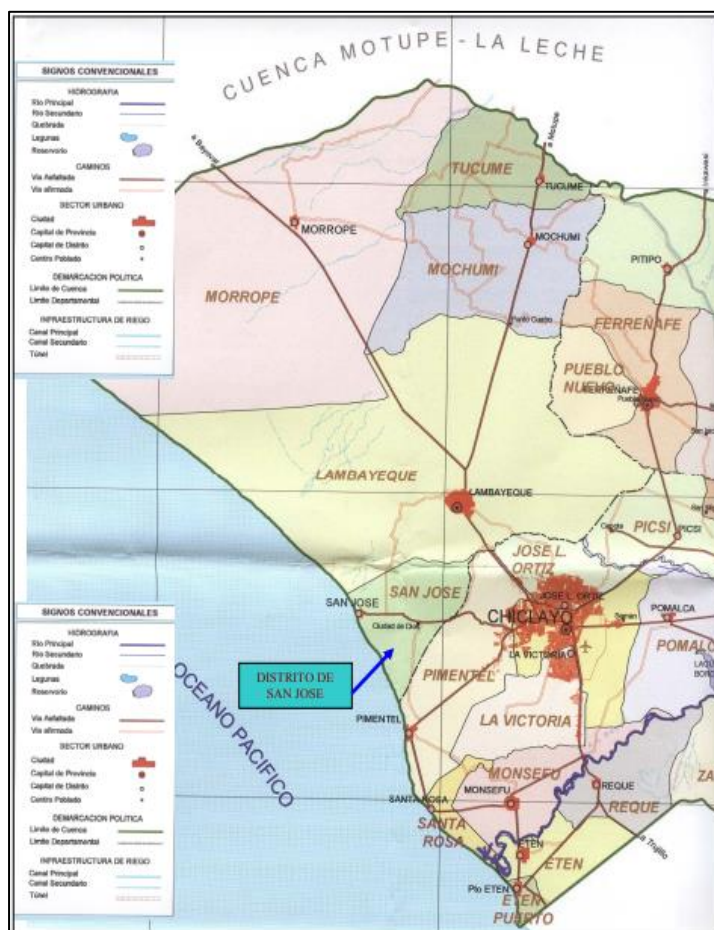
El análisis de línea base proporciona información sobre las condiciones ambientales “previas” a la extracción de los lodos secos de agua y residual y al funcionamiento de la ladrillera.

El cual consiste en una descripción de aquellos aspectos del ámbito físico, biológico y social que pueden ser afectados por la ladrillera.

7.7.1 LÍNEA BASE FÍSICA (Ciudad de Dios – San José – Lambayeque - Lambayeque)

7.7.1.1 Mapa base

Figura 95 Mapa Político – Distritos Costa lambayecana dentro de la Cuenca Chancay Lambayeque: ubicación distrito de San José



Fuente: Mapa de Peligros de San José – Agosto, 2003

El Distrito de San José, presenta los siguientes límites:

- ✓ Por el Norte: Limita con el Distrito de Lambayeque.
- ✓ Por el Sur: Limita con el Distrito de Pimentel.
- ✓ Por el Este: Limita con los Distritos de José Leonardo Ortiz y Chiclayo.
- ✓ Por el Oeste: Limita con el Océano Pacífico.

El Distrito de San José, pertenece a la Provincia de Lambayeque, con una Población estimada al 2017 de 15 846 habitantes, de los cuales, 3686 habitantes pertenecen a Ciudad de Dios. (INEI 2017).

7.7.1.2 Accesibilidad

- Ruta por carretera más corta desde Chiclayo a la PTAR San José, la distancia es de 8.7 Km y la duración aproximada del viaje de 14 min.

Figura 96 Ubicación de planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) San José

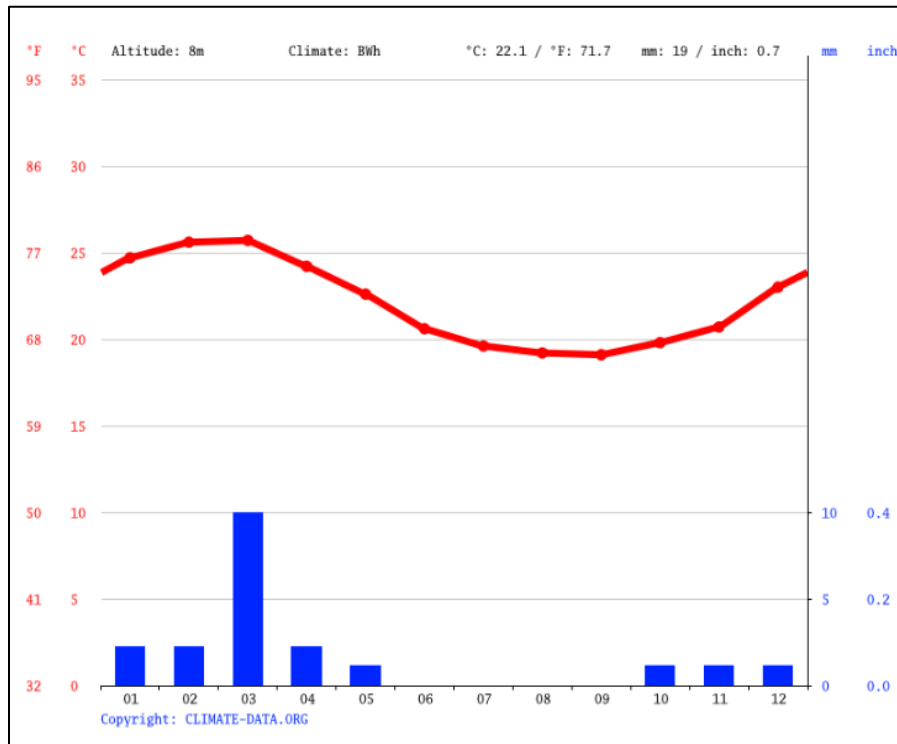


Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

7.7.1.3 Clima

En condiciones normales, las escasas precipitaciones condicionan el carácter semidesértico y desértico de la angosta franja costera, por ello el clima de la zona se puede clasificar como DESÉRTICO SUBTROPICAL. El clima aquí se clasifica como BWh por el sistema Köppen-Geiger.

Figura 97 Climograma San José



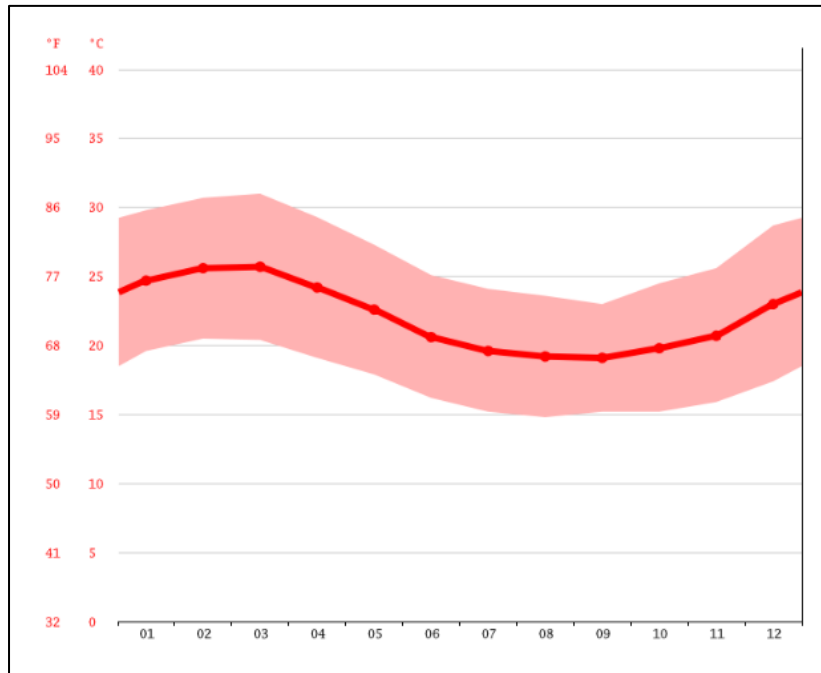
Fuente: Climate-Data.org

La menor cantidad de lluvia ocurre en el mes de junio. El promedio de este mes es 0 mm. La mayor cantidad de precipitación ocurre en marzo, con un promedio de 9 mm.

7.7.1.4 Temperatura

Marzo es el mes más cálido del año. La temperatura en marzo promedios 25.7 °C. Septiembre es el mes más frío, con temperaturas promediando 19.1 °C.

Figura 98 Diagrama de temperatura San José



Fuente: Climate-Data.org

Tabla 44 Datos históricos del tiempo San José

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	24.7	25.6	25.7	24.2	22.6	20.6	19.6	19.2	19.1	19.8	20.7	23
Temperatura min. (°C)	19.6	20.5	20.4	19.1	17.9	16.2	15.2	14.8	15.2	15.2	15.9	17.4
Temperatura máx. (°C)	29.8	30.7	31	29.3	27.3	25.1	24.1	23.6	23	24.5	25.6	28.7
Precipitación (mm)	2	2	9	2	1	0	0	0	0	1	1	1

Data: 1982 - 2012

Fuente: Climate-Data.org

Hay una diferencia de 9 mm de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos. A lo largo del año, las temperaturas varían en 6.6 °C.

7.7.1.5 Calidad de aire

La zona urbana del distrito de San José se puede estimar que la calidad del aire es aceptable pero a los alrededores de la PTAR San José no pasa lo mismo; zonas cerca a las lagunas de estabilización o lugares que sirven de disposición final de sus residuos (Lodos) afectan a las localidades aledañas como es el caso de Ciudad de Dios.

7.7.1.6 Topografía – Relieve

La altura promedio de la Ciudad de San José es de 4.5 m.s.n.m. , y se encuentra a una distancia de 12.5 Km. , de la Ciudad de Chiclayo. La Ciudad de San José presenta una topografía ondulada, con ondulaciones variables de los +2 m a + 17 m, conformados generalmente por depósitos estabilizados de arena fina. En la parte Norte de la zona Peri-Urbana existen ondulaciones por depósitos de arena por causa del viento [17].

7.7.1.7 Geología

Dentro del origen de los suelos debe notarse que su formación ha ocurrido a través de las eras geológicas tal como seguiría ocurriendo, ejerciendo influencia decisiva en el orden de sucesión en la forma y en la continuidad de los estratos del suelo. Hablar de la geología del distrito de San José, es referirnos directamente a la geomorfología del Valle Chancay – La Leche, que según las investigaciones realizadas en esta zona norte del país, se supone que la faja costera del Dpto. de Lambayeque que es donde se sitúa la localidad en estudio, en épocas remotas (millones de años) haya sido un fondo marino de aguas poco profundas y que debido a las continuas avenidas de los Ríos La Leche y Reque hayan rellenado esta parte del Océano Pacífico, cabe mencionar el aporte en este relleno, de los vientos imperante en la región, en cuanto a materiales finos, con lo que se forma de esta manera una amplia zona desértica, que posteriormente fue domada por los primeros pobladores que llegaron a este valle [17].

7.7.1.8 Geomorfología

La zona de estudio se ubica en su mayor parte dentro de la cuenca del Chancay Lambayeque, en la parte Oeste colindante con el Océano Pacífico. Presenta características geomorfológicas descritas como de llanura aluvial, con topografía relativamente plana con pendiente moderada hacia el Este. Predomina el recubrimiento de sedimentos de origen aluvial originado por el arrastre de suelos residuales [17].

7.7.1.9 Hidrología

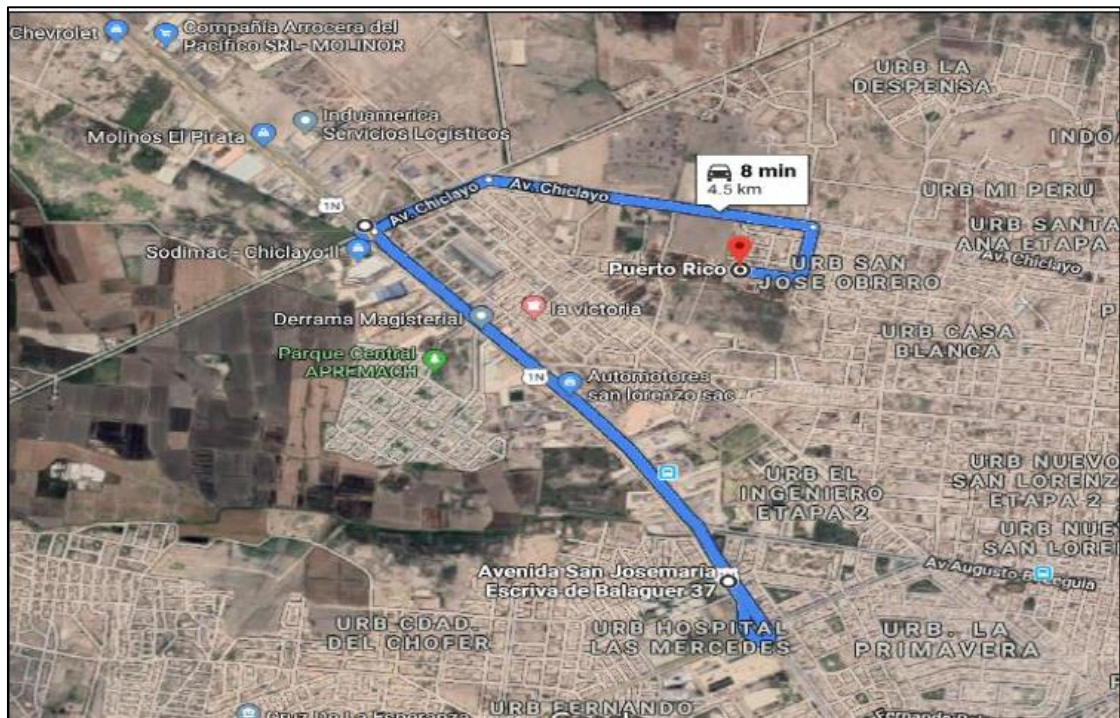
Para obtener información hidrológica se utilizan estaciones meteorológicas dentro de la Cuenca del Chancay Lambayeque; y todas ellas le pertenecen al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y según dichas estaciones se registró que:

Los periodos lluviosos según la información de la estación Reque; son los meses de Enero, febrero y Marzo. En Febrero de 1998 llegó a un máximo de 112 mm de precipitación máxima en 24 horas. Se puede considerar el valor de la precipitación promedio anual en el valor de 10 mm [17].

7.7.2.2 Accesibilidad

- Ruta por carretera más corta desde Chiclayo a la ladrillera en José Leonardo Ortiz, la distancia es de 4.5 Km y la duración aproximada del viaje de 8 min.

Figura 100 Localización de la ladrillera artesanal

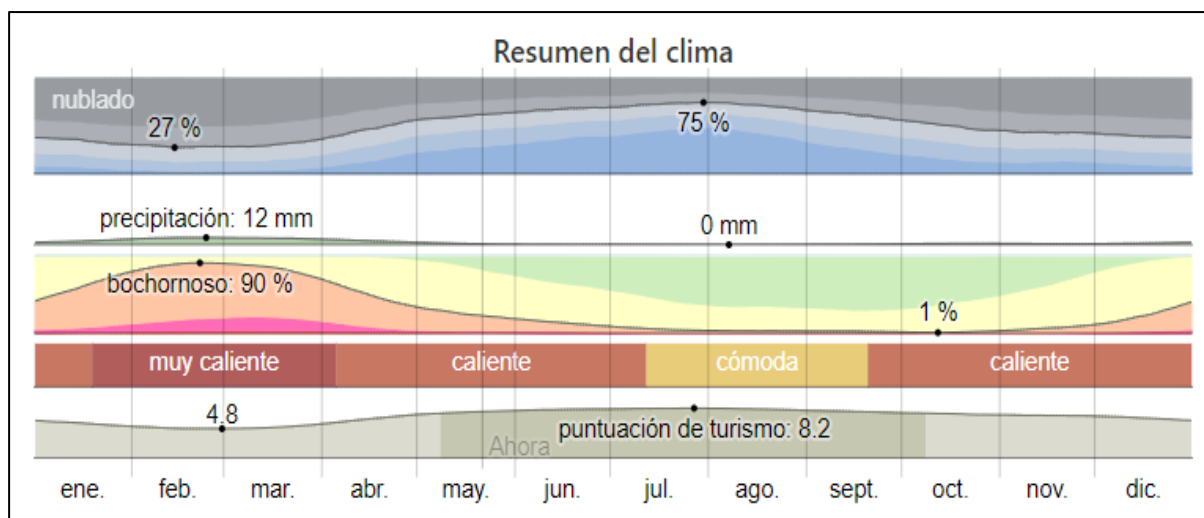


Fuente: Google Maps – Elaboración Propia

7.7.2.3 Clima

En Chiclayo – José Leonardo Ortiz, el periodo de los veranos son cortos, muy calientes, bochornosos y nublados; los inviernos son largos, cómodos, ventosos y mayormente despejados y está seco durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 16 °C a 31 °C y rara vez baja a menos de 15 °C o sube a más de 33 °C.

Figura 101 Climograma Chiclayo – José Leonardo Ortiz



Fuente: Weather Spark

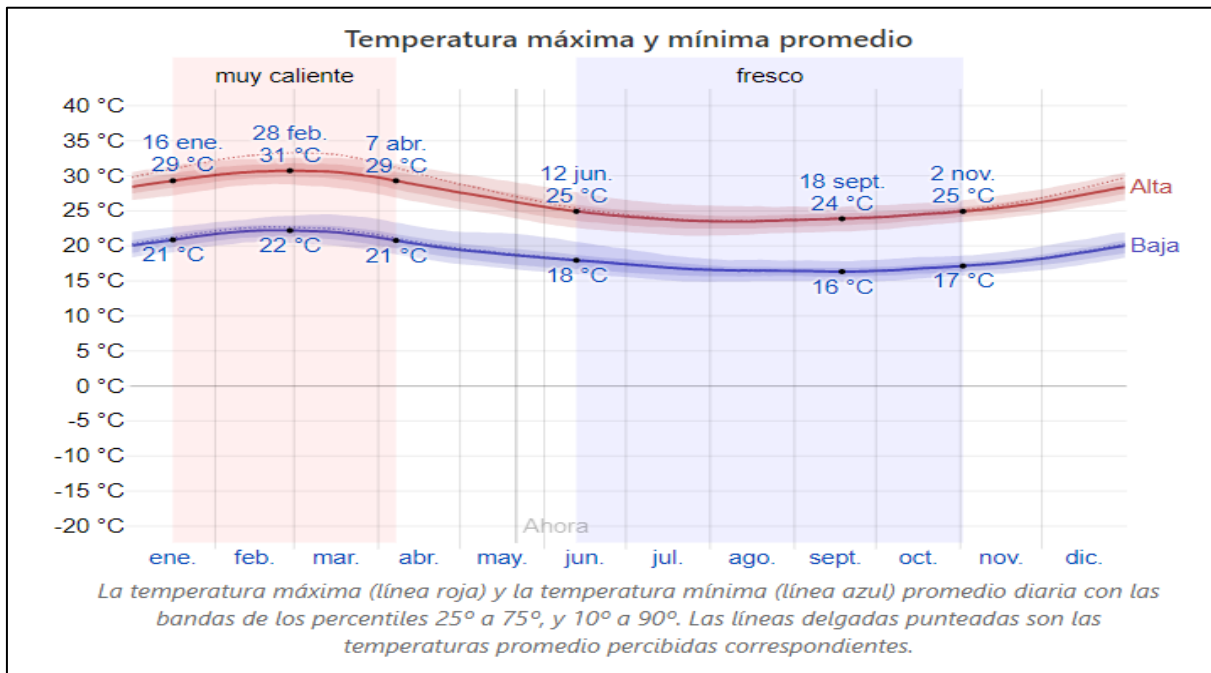
La menor cantidad de lluvia ocurre en el mes de junio. El promedio de este mes es 0 mm. La mayor cantidad de precipitación ocurre en marzo, con un promedio de 12 mm.

7.7.2.4 Temperatura

La temporada calurosa dura 2,7 meses, del 16 de enero al 7 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 29 °C. El día más caluroso del año es el 28 de febrero, con una temperatura máxima promedio de 31 °C y una temperatura mínima promedio de 22 °C.

La temporada fresca dura 4,7 meses, del 12 de junio al 2 de noviembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 25 °C. El día más frío del año es el 18 de septiembre, con una temperatura mínima promedio de 16 °C y máxima promedio de 24 °C.

Figura 102 Diagrama de temperatura Chiclayo – José Leonardo Ortiz



Fuente: Weather Spark

7.7.2.5 Calidad de aire

La zona urbana del distrito de José Leonardo Ortiz se puede estimar que la calidad del aire es aceptable pero a los alrededores de la ladrillera artesanal no pasa lo mismo; zonas cerca a dicha ladrillera son afectadas como es el caso de la urbanización San José Obrero.

7.7.2.6 Topografía – Relieve

La ciudad de Chiclayo, presenta una topografía suave con elevaciones como son los cerros Cruz de la Esperanza y Cerropón y depresiones topográficas, que son fácilmente inundables en épocas de lluvia, debido a que presentan nulas posibilidades de drenaje natural. Sus cotas fluctúan entre los 20 y 45 m.s.n.m. la cota mínima se presenta al Sureste de la ciudad colindante a la vía circunvalación y la máxima altura de 45 m.s.n.m. se presenta en los cerros Cruz de la Esperanza y Cerropón al Este de la ciudad; presenta una pendiente promedio de 0.17%, con dirección Oste – Suroeste.

Las zonas con depresiones topográficas se ubican principalmente en los AA.HH. Villa Hermosa, 1° de Mayo, Victor Raúl Haya de la Torre, UPIS María Parado de Bellido, parte de los AA.HH. Urrunaga, 9 de Octubre, Antonio Raymondi, 1° de Junio y parte de la Urb. Las Brisas, entre otros [18].

7.7.2.7 Geología

La ciudad de Chiclayo y en general todo el Valle Chancay – Lambayeque se encuentran emplazados sobre depósitos de suelos sedimentarios finos, heterogéneos y de unidades estratigráficas recientes. Estos depósitos del cuaternario reciente tienen origen eólico y aluvial, y conforman extensas pampas interrumpidas por algunas cadenas de cerros. Las pampas aluviales al norte del río Reque forman una franja continua a lo largo de la costa y al Sur presentan elevaciones en extensos abanicos de material conglomerado, que representan antiguos conos de deyección [18].

7.7.2.8 Geomorfología

El área de estudio comprende la parte baja del valle Chancay - Lambayeque, donde está emplazada la Ciudad de Chiclayo; los fenómenos geomorfológicos y geoformas más importantes, son los que han dado la configuración topográfica que observamos en la actualidad. La zona costanera está conformada por extensas pampas de materia cuaternario y de algunos cerros o cadenas de cerros que sobresalen en los terrenos adyacentes [18].

7.7.2.9 Hidrogeología

La ciudad de Chiclayo no presenta elemento hidrográfico superficial alguno.

En la ciudad de Chiclayo el acuífero subterráneo es variable, se desarrolla con dirección Noreste a Suroeste.

Tabla 45 Nivel Freático en la Ciudad de Chiclayo

DISTRITO	UBICACIÓN	NIVEL FREÁTICO mts.	TIPO DE AGUA
CHICLAYO	<i>Av. Lora y Lora y cruce con Pedro Ruíz</i>	2.00	-----
	<i>Luis Gonzales (entre Manuel Prado y Arica)</i>	2.00	Limpia
	<i>PP. JJ. Muro, Diego Ferré (entre Arenales y Lastres)</i>	2.00	
	<i>P.J. San Antornio (Los Laureles, San Miguel , Chalponcito)</i>	1.50 - 2.50	Contaminada
	<i>Av. Mariscal Nieto (entre Saenz Peña y Sarmiento)</i>	2.50 - 3.00	-----
	<i>Urb. Los Precursores</i>	1.50	-----
	<i>Urb. Los Parques</i>	1.50	-----
JOSE L. ORTIZ	<i>Democracia, Ferreñafe, América, Tahuantinsuyo</i>	1.80	Limpia
	<i>Av. A. B. Leguía / Fernando Belanunde</i>	2.00	Limpia
	<i>Kennedy (entre Panamá y San Antonio)</i>	2.50	-----
LA VICTORIA	<i>Fundo Chacupe (4 buzones finales del emisor)</i>	1.50	Limpia

FUENTE : Diagnóstico del Sistema Operacional de Agua Potable y Alcantarillado - Chiclayo, EPSEL S.A.
ELABORACION: Equipo Técnico INDECI, Mayo 2003.

7.7.3 LÍNEA BASE BIOLÓGICA (Chiclayo - Lambayeque)

7.7.3.1 FLORA Y FAUNA

7.7.3.1.1 FLORA

a) Algarrobo

- **Nombre Científico:** Prosopis pallidajuliflora
- **Ubicación:** Bosque de Pomac, Chiclayo.
- **Características:** Alcanza hasta 18m de altura y 2m de diámetro, con largas ramas flexibles. Sus flores son como espigas de un amarillo pálido. Su fruto es una vaina.
- **Usos:** Su madera es utilizada para la construcción de viviendas en el campo, el forraje para el ganado y la fabricación de carbón. Además con su semilla se elabora un tónico llamado algarrobina de gran valor nutritivo.
- **Variedad:** Algarrobo americano, kiawe.

Figura 103 Algarrobo



Fuente: Biodiversidad de Lambayeque – López [19]

b) Molle

- **Nombre Científico:** Schinus Molle
- **Ubicación:** Chiclayo, Lambayeque, Túcume y Pomalca
- **Características:** Alcanza hasta 15m de altura, tiene corteza agrietada y siempre está verde y sus ramas colgantes. Sus flores son diminutas y crecen ramilletes de frutos globosos.
- **Usos:** Su madera es buen combustible y puede usarse en carpintería, sus aromáticas y lechosas hojas se utilizan para hacer chicha y frotaciones.
- **Variedades:** Molle negro, molle pispito, molle blanco, molle trepador

Figura 104 Molle



Fuente: Biodiversidad de Lambayeque – López [19]

c) Porotillo

- **Nombre Científico:** *Erythrina smithiaia*
- **Ubicación:** Chiclayo y Sechura
- **Características:** El tronco es de color marrón y cubierto de espinas cortas. La madera es suave, poco resistente. Su fruto es una vaina, con semillas duras de color rojo intenso.
- **Usos:** El tronco es hábitat de insectos que viven en o debajo de la corteza. Las hojas caídas del porotillo forman una capa sobre el suelo, debajo de las cuales encuentran refugio los alacranes y las hormigas. Además la semilla del porotillo se utiliza en joyería y en utilería.
- **Varietades:** Porotillo de campo, porotillo silvestre, maleza de porotillo (viagna luteola)

Figura 105 Porotillo



Fuente: Biodiversidad de Lambayeque – López [19]

d) Palmeras

- **Nombre Científico:** Arecaceae
- **Ubicación:** Toda la región de Lambayeque
- **Características:** Posee troncos sin ramificar y grandes hojas en corona al final del tallo, generalmente pinnadas; sus flores son pequeñas y poco llamativas.
- **Usos:** Usada para embellecer parques, calles y avenidas

Figura 106 Palmeras



Fuente: Biodiversidad de Lambayeque – López [19]

e) **Ceibo**

- **Nombre Científico:** Eriotheca discolor
- **Ubicación:** Lambayeque Piura, y Tumbes.
- **Características:** Alcanza gran altura y enorme diámetro. Es de color verde y tronco abultado, cubierto de espinas en los ejemplares jóvenes. Sus flores blancas con cáliz rojo oscuro y aterciopelado.
- **Usos:** Se usa como planta ornamental para los parques y avenidas. Además en el fruto maduro las semillas vienen envueltas en una lana fina, que es usada para rellenar monturas, colchones y almohadas.
- **Variedad:** ceibo blanco

Figura 107 Ceibo



Fuente: Biodiversidad de Lambayeque – López [19]

f) **Otros**

- **La guayaba, Mandarina, Maracuya, Higo, Guanabana, Malva, Ortiga, Geranio, Etc.**

7.7.3.1.2 FAUNA

a) Gaviotas

- **Nombre Científico:** Larus belcheri
- **Ubicación:** Todas las playas Lambayecanas
- **Características:** Plumaje blanco, alas oscuras, pico amarillo fuerte con la punta roja separada del amarillo por unas bandas negras, las patas son negras. Además son muy ágiles voladoras.
- **Alimento:** Se alimenta de peces y los restos de estos que los pescadores dejan en la orilla del mar.
- **Variedad:** Gaviota Dominicana, Larus Belcheri Atlanticus.

Figura 108 Gaviotas



Fuente: Biodiversidad de Lambayeque – López [19]

b) Tortola

- **Nombre Científico:** Columbina cruziana
- **Ubicación:** Motupe, Chongoyape y Chiclayo.
- **Características:** Mide hasta 16cm .Tiene un distintivo pico amarillo de punta negra, una banda pequeña color granate al medio del ala y es toda gris con puntos negros en las alas y con cola negra.
- **Alimento:** Su alimentación consta principalmente de granos que busca en el suelo.
- **Variedad:** Tórtola lambayecana, tórtola orejuda

Figura 109 Tortola



Fuente: Biodiversidad de Lambayeque – López [19]

c) Gallinazo

- **Nombre Científico:** *Coragyps atratus*
- **Ubicación:** La mayor parte de América del Sur
- **Características:** El buitre negro americano es una ave carroñera, con 74 centímetros de longitud, 1.67 metros de envergadura y un peso promedio de entre 2 (macho) y 2.75 kilogramos (hembra). Su plumaje es principalmente negro lustroso. La cabeza y el cuello no tienen plumas y su piel es gris oscuro y arrugada.
- **Alimento:** En un ambiente natural, el buitre negro come principalmente carroña. En áreas pobladas por humanos, pueden hurgar en basureros, pero también comen huevos y material vegetal en descomposición y pueden matar o lesionar a mamíferos recién nacidos o incapacitados.

Figura 110 Gallinazo



Fuente: Google

d) Triguero de Pecho rojo

- **Nombre Científico:** Sturnella bellicosa
- **Ubicación:** Chiclayo
- **Características:** Es un ave mediana (20 cm), el macho con pecho rojo encendido y cuerpo negro.
- **Alimento:** Se alimentan principalmente de insectos, y algunas semillas.
- **Variedad:** Sturnella bellicosa albipes y Sturnella bellicosa bellicosa.

Figura 111 Triguero de Pecho Rojo



Fuente: Biodiversidad de Lambayeque – López [19]

e) Otros

- **Chilala**

7.7.4 LÍNEA BASE SOCIOECONÓMICA (Ciudad de Dios – San José – Lambayeque - Lambayeque)

7.7.4.1 Ambiente Social

Tabla 46 Población en Ciudad de Dios - 2017

CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
			Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocupadas
DISTRITO SAN JOSÉ			15 846	7 540	8 306	4 314	4 036	278
SAN JOSE	Chala	33	10 631	5 059	5 572	2 466	2 362	104
HUAYABO	Chala	10	7	4	3	4	4	-
GRAUZ	Chala	21	72	36	36	27	24	3
LA TIZA	Chala	17	4	2	2	3	3	-
LAGUNA VERDE	Chala	14	130	61	69	32	30	2
SAN ANDRES	Chala	12	110	54	56	39	37	2
GALLITO	Chala	22	339	170	169	140	125	15
CIUDAD DE DIOS	Chala	26	3 686	1 729	1 957	1 332	1 194	138
COLECTOR	Chala	20	85	48	37	33	30	3
HUACA BLANCA	Chala	14	206	99	107	59	58	1
BALDERA	Chala	22	338	169	169	95	91	4
EL NAZARENO	Chala	22	238	109	129	84	78	6

Fuente: Censo INEI 2017

Tabla 47 Población Económicamente Activa de San José

Provincia, distrito, área urbana y rural, condición de actividad económica y sexo	Total	Grupos de edad			
		14 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 y más años
DISTRITO SAN JOSÉ	10 504	4 299	3 010	2 397	798
Hombres	4 855	1 986	1 352	1 114	403
Mujeres	5 649	2 313	1 658	1 283	395

Fuente: Censo INEI 2017

Entre los servicios básicos de la localidad de Ciudad de Dios, se tiene:

A. Vivienda

Las viviendas existentes, cuentan con los servicios básicos de agua, luz y desagüe; pero en su mayoría son de material noble y adobe.

B. Salud

Ciudad de Dios cuenta con una posta médica.

C. Educación

La localidad de Ciudad de Dios cuenta con 1 centro educativos de nivel inicial y primario, por lo que para tener una educación y secundaria y superior tienen que viajar los alumnos a la ciudad de Chiclayo.

D. Transporte

El transporte vehicular en el distrito es fluido debido a que presenta las movilidades más representativas de la zona que en su mayoría son mototaxis.

7.7.4.2 Ambiente Económico

A. Comercio

Para el comercio en Ciudad de Dios solo se cuenta con un mercado y tiendas comerciales.

B. Ganadería

Se ve una mejora principalmente en la actividad ganadera, aunque no es la actividad que más economía brinda a este distrito.

C. Industria

Hay numerosos talleres textiles.

7.7.5 LÍNEA BASE SOCIOECONÓMICA (José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque)

7.7.5.1 Ambiente Social

Tabla 48 Población 2017

CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
			Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocupadas
DISTRITO JOSÉ LEONARDO ORTÍZ			156 498	75 246	81 252	41 523	38 937	2 586
JOSE LEONARDO ORTIZ	Chala	41	156 498	75 246	81 252	41 523	38 937	2 586

Fuente: Censo INEI 2017

Tabla 49 Población Económicamente Activa de José Leonardo Ortiz

Provincia, distrito, área urbana y rural, condición de actividad económica y sexo	Total	Grupos de edad			
		14 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 y más años
DISTRITO JOSÉ LEONARDO ORTÍZ	119 488	44 338	33 789	29 360	12 001
Hombres	56 467	21 547	15 825	13 497	5 598
Mujeres	63 021	22 791	17 964	15 863	6 403

Fuente: Censo INEI 2017

Entre los servicios básicos del Distrito de José Leonardo Ortiz, se tiene:

E. Vivienda

Las viviendas existentes, cuentan con servicios básicos de agua, luz y desagüe; pero en su mayoría son de material noble y adobe.

F. Salud

Según el Plan de desarrollo Concertado del distrito de José Leonardo Ortiz el sector salud muestra la siguiente infraestructura.

Tabla 50 Infraestructura de Salud

INFRAESTRUCTURA DE SALUD	CANTIDAD
Hospital Privado Metropolitano	1
Policlínicos ESSALUD	2
Postas Médicas	5
Clínicas Dentales	5
Clínicas Privadas	6
Consultorios Médicos	122

Fuente: Plan de Manejo y Prevención de Desastres. MDJLO. 2010

G. Educación

El distrito de José Leonardo Ortiz cuenta con 29 centros educativos, en los niveles inicial, primario y secundario.

H. Transporte

El transporte vehicular en el distrito es fluido debido a que presenta las movilidades más representativas de la zona que en su mayoría son mototaxis y autos.

7.7.5.2 Ambiente Económico

D. Comercio

En el distrito de JLO donde se encuentra el mercado de Moshoqueque, el segundo mercado más grande del país y el principal centro de recepción y distribución (tanto minorista como mayorista) de productos de consumo directo del norte del Perú. Ser el espacio de ubicación de un nodo comercial de tanta importancia es un tema central de gestión, tanto para el distrito como para la ciudad. Es a la vez un problema y una oportunidad [20].

E. Ganadería

Se ve una mejora principalmente en la actividad ganadera, aunque no es la actividad que más economía brinda a este distrito.

F. Industria

Existen múltiples talleres de reparación de vehículos automotores y maquinarias, también carpinterías de madera y metálicas, además de manufacturas de losetas, de hielo, de ladrillos y adobes, curtiembre y numerosos locales comerciales.

7.8 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES

Un pasivo es un daño ambiental o un impacto no mitigado que afecta de manera perceptible y cuantificable a ciertos elementos ambientales naturales (físicos y bióticos) y humanos, e incluso a ciertos bienes públicos (infraestructura), como parques y sitios arqueológicos.

El pasivo ambiental de este proyecto se limitará a los procesos de degradación críticos que ponen en riesgo a sus usuarios, las áreas/ecosistemas y las comunidades cercanas al mismo

7.8.1 PASIVO AMBIENTAL

7.8.1.1 PASIVO AMBIENTAL AIRE

Como primer pasivo ambiental se tomará en cuenta al aire, tanto por los olores generados por la acumulación de lodos, como por los gases emitidos durante el curso de quemado en la elaboración de las unidades de albañilería.

En la siguiente imagen, se muestra el lugar donde se encuentran acumulados los lodos, generando malos olores durante su proceso de estabilización.

Figura 112 Laguna de Lodos para su estabilización



Fuente: Propia

En la siguiente imagen se puede apreciar la polución debido al humo que se genera durante el curso de quemado de las unidades de albañilería.

Figura 113 Contaminación del aire causada por la cocción del ladrillo en los hornos (1)



Fuente: Propia

Figura 114 Contaminación del aire causada por la cocción del ladrillo en los hornos (2)



Fuente: Propia

7.8.1.2 PASIVO AMBIENTAL AGUA

Como es bien sabido, para la preparación de la mezcla se requiere a parte de la materia prima, agua, y este elemento es obtenido por medio de una noria en la zona de trabajo, y que a través del paso de los años su nivel de agua ha ido disminuyendo más y más.

Figura 115 Pozo o noria con profundidad aproximada de 3.50 m



Fuente: Propia

7.8.1.3 PASIVO AMBIENTAL SUELO

El dueño de la ladrillera artesanal, no explota su materia prima (suelo arcilloso y arena negra) en el mismo lugar de producción, ya que compra a externos dicho material, este material según comenta el dueño, lo traen producto de la excavación de terrenos agrícolas que aún se encuentran en parte alta, lo traen de varias partes de la región Lambayeque, pero que en su mayoría los materiales provienen de: Suelo Arcilloso (Sector el Carrizo – Centro poblado del distrito de Lambayeque con coordenadas geográficas; -6.735019, -79.972402; Arena Negra fina de las dunas que están en el camino Chiclayo a San José (Ref. Yendo por la trocha que ingresa por el molino Los Ángeles S.R.L).

Entonces los vendedores de dichos materiales deberán tener un plan de recuperación o de tratamiento de esa zona en la cual se viene desarrollando las excavaciones y que ahora mismo es su principal materia prima.

A la hora de excavar más y más el terreno para la producción de los ladrillos en su proceso de elaboración de los moldes, los terrenos quedarán erosionados, tanto así que se producirían escurrimientos superficiales (durante y después de ocurrida una lluvia), este pasivo dejará sin lugar a duda una gran hoyada en toda la zona de trabajo.

Figura 116 Acumulación de materia prima en zona de producción



Fuente: Propia

Figura 117 Ref. Proceso de explotación de la materia prima para la fabricación del ladrillo



Fuente: Propia

Figura 118 Unidades apiladas listas para quemar, resultado de moldear la mezcla de materiales.



Fuente: Propia

7.9 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La matriz realizada para la evaluación de este proyecto fue principalmente, la matriz de Leopold,

- La matriz de Leopold fue empleada con el fin de tener una referencia entre la magnitud y la importancia que tiene cada actividad y cada impacto. Esto se debe a que en el campo de trabajo es importante identificar cuáles son las actividades que generan mayor impacto y cuáles destacan del resto. Si bien es cierto, una de sus desventajas es que es un criterio cualitativo el que se emplea, se tuvo que tener mucho cuidado al momento de evaluar cada uno de los impactos ambientales.
- La deficiencia de muchas EIA es que no le dan la debida importancia a los impactos sociales y culturales, además no describen de manera adecuada los cambios esperados como resultado del proyecto; por lo cual se concluye; que la matriz de Leopold es la mejor para desarrollar en una evaluación de impacto ambiental, puesto que es la más fácil de entender para las demás personas así sean ajenas al proyecto, además que nos permite tener una idea global y general de nuestros mayores impactos del proyecto para así tomar medidas de prevención inmediatas.

7.9.1 MATRIZ DE LEOPOLD

Se hace en función de las fases: Extracción, Transporte de la materia prima (Lodos de agua residual, suelo arcilloso, arena negra fina y el agua) y de la fase de Funcionamiento cuando se está elaborado el ladrillo en la Ladrillera del distrito de José Leonardo Ortiz (Urbanización San José Obrero).

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA AL PROYECTO SELECCIONADO

En la siguiente tabla se muestra La Matriz de Leopold para su visualización.

PROYECTO: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA LADRILLERA ARTESANAL UBICADA EN EL DISTRITO JOSÉ LEONARDO ORTIZ, URBANIZACIÓN SAN JOSÉ OBRERO, CHICLAYO 2019.

Tabla 51 Matriz de Leopold

MATRIZ DE LEOPOLD		PRODUCCIÓN DE LADRILLOS ARTESANALES CON											
		TRABAJOS PRELIMINARES						MOLIENDA DE MATERIAL GRANULAR			MEZCLADO		
		LIMPIEZA DEL TERRENO	NIVELACIÓN DEL TERRENO	TRANSPORTE DE MATERIAL DE COMBUSTIÓN (PAJILLA DE ARROZ)	TRANSPORTE DE MATERIAL DE LA PTA SAN JOSÉ (Lodos secos de agua residual)	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTER (SUELO ARCILLOSO / ARENA NEGRA)	EXCAVACIÓN SUBTERRÁNEA PARA EXTRACCIÓN DE AGUA	EXCAVACIÓN SUPERFICIAL PARA EXTRACCIÓN DE MATERIA PRIMA IN SITU CON HERRAMIENTAS MANUALES	TRANSPORTE DE MATERIAL	ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL	ELIMINACIÓN DE DESECHOS DE MATERIAL GRANULAR	DOSEFICACIÓN DE MATERIAL	MEZCLA DE MATERIAL GRANULAR CON AGUA
FACTORES AMBIENTALES	AIRE												
	EMISIÓN DE GASES (HUMO)												
	NIVEL DE RUIDO	-3	-3	-2	-2	-2	-5	-3					
	PARTICULAS EN SUSPENSIÓN	-5	-3	-4	-4	-4	-3	-4	-5	-4	-6	-6	-5
	AGUA												
	CALIDAD DE AGUA						-5					-4	-6
	SUELO												
	MORFOLOGÍA DEL TERRENO	-6	-7		-3	-3	-6	-5					
	CALIDAD DEL SUELO (TIERRA DE CULTIVO)	-7	-7		-3	-3	-7	-7	-4	-3	-3		
	PERMEABILIDAD DEL SUELO						-6					-4	-5
	FLORA												
	ARBUSTOS	-6	-5				-4	-4					
	ÁRBOLES	-4	-4										
	FAUNA												
	INSECTOS	-5	-4				-3	-3		-3	-3		
	OTROS ANIMALES (Aves y mamíferos)	-5	-4										
	ALTERACIÓN DEL HÁBITAD	-6	-6				-3	-3		-3	-3		
	CALIDAD VISUAL												
	PAISAJE URBANO	-5	-5				-4	-4		-4	-4		
	FACTOR SOCIOECONÓMICO												
	EMPLEO	6	5	5	5	5	4	5	5	5	5	3	3
	INTERÉS HUMANO												
	SALUD (ENFERMEDADES)	-7					-4	-4			-3		-4
	SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES	-7					-4	-4					
	GENERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS	-7	-6				-4	-4			-7		
	MAGNITUD (+/-)	-67	-49	-1	-7	-7	-48	-40	-7	-12	-24	-7	-12
	INTENSIDAD	77	59	11	17	17	56	50	17	22	34	17	23
PROMEDIO	-379	-261	5	-13	-13	-244	-172	-25	-34	-112	-59	-93	

INCORPORACIÓN DE LODOS DE AGUA RESIDUAL											SUMA	
MOLDEADO		SECADO	COCCION			ALMACENAMIENTO DE MATERIAL			TRABAJOS COMPLEMENTARIOS		MAGNITUD (+/-)	COMENTARIO
COLOCACIÓN DE LA MEZCLA EN MOLDE ADECUADOS	DESMOLDEO DE LADRILLOS	SECADO DE LADRILLOS	TRANSPORTE DE MATERIAL DE COMBUSTIÓN A HORNOS	CARGA Y DESCARGA DE LADRILLOS	ENCENDIDO DE HORNOS	RETRO Y TRANSPORTE DE LADRILLOS DEL HORNO	ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO TERMINADO	REVISIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO	ELIMINACIÓN DE CENIZAS	TRANSPORTE DEL PRODUCTO TERMINADO		
					-9					-2	-11	-85
				-3	-7					2	11	
					3	-3					-33	-131
			-4	-5	7		3				33	
			4	5	-4			-4	-7		-83	-403
					6	4		4	7		83	
											-15	-77
											15	
											-30	-164
			-3		-5				-5	-3	30	
			3		5				5	3	-60	-316
											60	
											-15	-77
											15	
											-19	-93
											19	
											-8	-32
											8	
					-6						-27	-95
					6						21	
					-3						-12	-50
					3						12	
					-5		-3		-3		-35	-151
					5		3		3		35	
-5	-4	-4			-8		-6		-6	-5	-64	-332
	5	4	4		8		6		6	5	64	
4	4		5	6		6		6		6	93	471
	4	4	5	6		6		6		6	93	
			-4		-9	-5			-8		-48	-292
			4		9	5			8		48	
			-4	-6	-7	-7		-4	-6	-6	-58	-314
			4	6	7	7		4	6	6	56	
					-8				-8		-44	-294
					8				8		44	
-1	0	-4	-10	-8	-73	-13	-9	-2	-43	-10		-2435
9	8	4	20	20	73	25	9	14	43	22		
-9	0	-16	-32	-34	-519	-63	-45	4	-283	-38	-2435	CORRECTO

Fuente: Elaboración Propia

Considerando la información recolectada de las actividades y factores ambientales, se logró identificar y evaluar los impactos ambientales mediante la determinación de importancia de cada una de las actividades y la magnitud de los impactos reflejados en la matriz de Leopold.

Las actividades evaluadas en esta matriz está centrado al proceso de producción del ladrillo artesanal y la valoración de cada una de ellas está en función al impacto generado directa e indirectamente a los factores ambientales.

7.9.1.1 AGRESIVIDAD

En la tabla siguiente se detalla la valoración relativa del efecto de cada una de las actividades realizadas en dicha fabricación y lo que produciría en el medio ambiente de acuerdo a lo observado en campo y a la información encontrada.

Tabla 52 Agresividad de las actividades en la producción de ladrillos artesanales

ACTIVIDADES Y/O ACCIONES		M	I	PROM.
TRABAJOS PRELIMINARES	LIMPIEZA DEL TERRENO	-67	77	-379
	NIVELACIÓN DEL TERRENO	-49	59	-261
	TRANSPORTE DE MATERIAL DE COMBUSTIÓN (PAJILLA DE ARROZ)	-1	11	5
	TRANSPORTE DE MATERIAL DE LA PTAR SAN JOSÉ (Lodos secos de agua residual)	-7	17	-13
	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA (SUELO ARCILLOSO / ARENA NEGRA)	-7	17	-13
	EXCAVACIÓN SUBTERRÁNEA PARA EXTRACCIÓN DE AGUA	-48	56	-244
	EXCAVACIÓN SUPERFICIAL PARA EXTRACCIÓN DE MATERIA PRIMA IN SITU CON HERRAMIENTAS MANUA	-40	50	-172
MOLIENDA DE MATERIAL GRANULAR	TRANSPORTE DE MATERIAL	-7	17	-25
	ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL	-12	22	-34
	ELIMINACION DE DESECHOS DE MATERIAL GRANULAR	-24	34	-112
MEZCLADO	DOSIFICACIÓN DE MATERIAL	-7	17	-59
	MEZCLA DE MATERIAL GRANULAR CON AGUA	-12	23	-93
MOLDEADO	COLOCACIÓN DE LA MEZCLA EN MOLDES ADECUADOS	-1	9	-9
	DESMOLDEO DE LADRILLOS	0	8	0
SECADO	SECADO DE LADRILLOS	-4	4	-16
COCCION	TRANSPORTE DE MATERIAL DE COMBUSTIÓN A HORNOS	-10	20	-32
	CARGA Y DESCARGA DE LADRILLOS	-8	20	-34
	ENCENDIDO DE HORNOS	-73	73	-519
ALMACENAMIENTO DE MATERIAL	RETIRO Y TRANSPORTE DE LADRILLOS DEL HORNO	-13	25	-63
	ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO TERMINADO	-9	9	-45
	REVISIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO	-2	14	4
TRABAJOS COMPLEMENTARIOS	ELIMINACIÓN DE CENIZAS	-43	43	-283
	TRANSPORTE DEL PRODUCTO TERMINADO	-10	22	-38

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver, la actividad más realizada se encuentra dentro de la etapa de cocción, específicamente en el encendido de hornos, puesto que se emiten gases producto de la reacción de la pajilla, el oxígeno y el combustible.

La valoración de esta acción en la fabricación de ladrillo indica el mayor efecto negativo que esta produce al medio, siguiendo así la limpieza y nivelación del terreno, excavación subterránea para extracción de agua y por último la eliminación de cenizas que es producto de la quema de la pajilla en la etapa de cocción.

7.9.1.2 FRAGILIDAD

En la tabla siguiente se detalla las incidencias de cada uno de los componentes sobre cada factor ambiental y a su vez el impacto que genera en el medio de acuerdo a lo observado en campo y a la información encontrada.

Tabla 53 Fragilidad de los factores ambientales en la producción de ladrillos artesanales

FACTORES AMBIENTALES	M	I	PROM.
AIRE			
EMISIÓN DE GASES (HUMO)	-11	11	-85
NIVEL DE RUIDO	-33	33	-131
PARTICULAS EN SUSPENSIÓN	-83	83	-403
AGUA			
CALIDAD DE AGUA	-15	15	-77
SUELO			
MORFOLOGÍA DEL TERRENO	-30	30	-164
CALIDAD DEL SUELO (TIERRA DE CULTIVO)	-60	60	-316
PERMEABILIDAD DEL SUELO	-15	15	-77
FLORA			
ARBUSTOS	-19	19	-93
ÁRBOLES	-8	8	-32
FAUNA			
INSECTOS	-27	21	-95
OTROS ANIMALES (Aves y mamíferos)	-12	12	-50
ALTERACIÓN DEL HÁBITAD	-35	35	-151
CALIDAD VISUAL			
PAISAJE URBANO	-64	64	-332
FACTOR SOCIOECONÓMICO			
EMPLEO	93	93	471
INTERÉS HUMANO			
SALUD (ENFERMEDADES)	-48	48	-292
SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES	-58	56	-314
GENERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS	-44	44	-294

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver, la componente que más influye en el medio es la partícula en suspensión, afectando al factor ambiental aire, y esto se evidencia desde la extracción del material, la molienda, el mezclado, el transporte del material para su procesamiento y al término del proceso de cocción, es decir, en la eliminación de ceniza.

Otro componente que afecta al aire y no se ve reflejada numéricamente en la matriz de Leopold es la emisión de gases (humo), debido a que es una actividad que sólo está presente en el proceso de cocción sin considerar la cantidad de veces que se realiza.

Según lo observado en campo, esta actividad solo se da durante 2 veces al mes (1 semana entera de cocción por vez), pues la emisión de gases se da durante los 7 días del quemado de las unidades, por lo que es significativo y de gran impacto en el medio.

Seguido de esta se encuentra el paisaje urbano que influye en el factor de calidad visual.

Sin embargo, existe un componente que genera un impacto positivo en el factor socioeconómico, este es el empleo, pues para cada actividad en el proceso de producción del ladrillo es necesario contar con personas que ejecuten estas acciones, por ende, aumenta el nivel de empleo y la solvencia económica.

7.10 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

El plan de manejo ambiental está referido al conjunto de estrategias, programas, proyectos y diseños necesarios para prevenir, controlar, mitigar, compensar y corregir los impactos generados en cada una de las etapas del proyecto, en especial, las etapas de construcción y operación.

En este proyecto se diseñarán programas de mitigación, como procedimiento estratégico para el manejo de los efectos causados durante la fase de “funcionamiento”, es decir, cuando el ladrillo se está elaborando en la ladrillera artesanal.

Entre otros objetivos del plan de manejo ambiental encontramos por ejemplo los siguientes:

- Implementar sistemas que permitan la participación directa con las comunidades con el fin de lograr una integración y mitigar los posibles impactos sobre ellos.
- Contribuir a una mejor calidad de vida en el área de influencia de los proyectos.
- Minimizar los impactos negativos y maximizar los beneficios que los proyectos generen en el medio natural y social en su área de influencia.

Para tal caso se hará uso de la evaluación previa de los impactos generados a los factores y componentes ambientales analizados en la matriz de Leopold en su valoración de magnitud e importancia.

Como instrumento de las medidas mencionadas anteriormente se están considerando la ejecución de los siguientes programas:

7.10.1 PROGRAMA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Tomando como referencia la evaluación de los impactos generados por la actividad productiva de la ladrillera artesanal ubicada en las siguientes coordenadas; -6.748295, -79.861503; en el distrito de José Leonardo Ortiz (Urbanización San José Obrero), en la provincia de Chiclayo del departamento de Lambayeque, se plantearán subprogramas, con los que se busca prevenir, mitigar y compensar los efectos negativos que causan las labores a lo largo del proceso de fabricación.

7.10.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

a) SUELO

- MORFOLOGÍA DEL TERRENO

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para prevención y mitigación									
<p>-La intervención del proyecto modificará la morfología del terreno de las canteras donde se realizó la extracción de los materiales (Suelo arcilloso, arena negra fina) en un grado leve por no ser una cantidad considerable.</p>	<p style="text-align: center;">* SUBPROGRAMA DE CONTROL DE EROSIÓN Y SEDIMENTOS</p> <p>a. Área implicada Se aplicará en el área donde se realiza la extracción de la materia prima para la fabricación del ladrillo.</p> <p>b. Objetivo Realizar el diseño para la estabilización de taludes y obras que ayuden a mejorar la morfología del terreno a medida que se va extrayendo el material (Arena Negra Fina).</p> <p>c. Metas <ul style="list-style-type: none"> - Realizar la estabilización de taludes. - Implementar las áreas excavadas con árboles propios de la zona como el algarrobo.. </p> <p>d. Indicadores <ul style="list-style-type: none"> - (Área excavada/Área sin excavar)*100 - (Área deforestada/Área reforestada)*100 - (Perímetro cercado/Perímetro total)*100 </p> <p>e. Impactos a mitigar <ul style="list-style-type: none"> - Erosión - Deterioro visual y paisajístico de los terrenos excavados </p> <p>f. Tiempo de implementación 6 meses</p> <table border="1" data-bbox="432 1704 1364 1998"> <thead> <tr> <th data-bbox="432 1704 796 1809">Actividades</th> <th data-bbox="796 1704 1177 1809">Recursos</th> <th data-bbox="1177 1704 1364 1809">Costo Aprox.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="432 1809 796 1951">.Realizar estudios y planos de diseño para la estabilización de taludes.</td> <td data-bbox="796 1809 1177 1951">Software de diseño y estudios topográficos</td> <td data-bbox="1177 1809 1364 1951">S/. 1000.00</td> </tr> <tr> <td data-bbox="432 1951 796 1998">Estabilización de taludes</td> <td data-bbox="796 1951 1177 1998">Material y Equipos</td> <td data-bbox="1177 1951 1364 1998">S/. 1000.00</td> </tr> </tbody> </table>	Actividades	Recursos	Costo Aprox.	.Realizar estudios y planos de diseño para la estabilización de taludes.	Software de diseño y estudios topográficos	S/. 1000.00	Estabilización de taludes	Material y Equipos	S/. 1000.00
Actividades	Recursos	Costo Aprox.								
.Realizar estudios y planos de diseño para la estabilización de taludes.	Software de diseño y estudios topográficos	S/. 1000.00								
Estabilización de taludes	Material y Equipos	S/. 1000.00								

		necesarios	
	Reforestar las zonas excavadas con árboles propios de la zona.	Algarrobo	S/. 1000.00
	TOTAL		S/. 3000.00

- CALIDAD DEL SUELO (CONTAMINACIÓN)

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para prevención y mitigación
<p>-Esparcimiento de polvo durante la extracción, transporte, descarga y almacenamiento de la materia prima o lodos secos de agua residual a utilizar que originará la alteración de suelos.</p> <p>-Los residuos generados en la PTAR San José que no tienen una correcta disposición final o es posible que se generen derrames lo cual ocasionará suelos alterados.</p>	<p>-Los vehículos que se encarguen del transporte de los materiales deberán humedecerlos y cubrirlos con toldos o mantas especiales húmedas.</p> <p>-Establecimiento de un área específica para el almacenamiento de residuos (Lodos secos de agua residual)</p> <p>-Colocar contenedores adecuados para los materiales (Suelo arcilloso y arena negra fina) y residuos orgánicos (Lodos secos de agua residual).</p>

b) AGUA

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para prevención y mitigación									
<p>-Al momento del secado natural de los residuos orgánicos (Lodos de agua residual) en el terreno va a contaminar las aguas subterráneas y superficiales.</p> <p>-Uso de grandes cantidades de agua durante la mezcla para la elaboración de los ladrillos.</p> <p>-Limpieza de instrumentos en laboratorio.</p>	<p>* SUBPROGRAMA DE MANEJO DE LA EXTRACCIÓN DE AGUA SACADA DE LAS NORIAS</p> <p>a. Área implicada</p> <p>Se aplicará en el área donde se realiza la extracción del agua para la fabricación del ladrillo.</p> <p>b. Objetivo</p> <p>Aplicar estrategias correctas para el manejo adecuado de la noria en la ladrillera, ya sea explotándola de una manera estacional, además evitar la contaminación de la misma.</p> <p>c. Metas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar la perforación de una nueva noria, ya que se solo se dispone de una (1). - Utilización mínima de agua y buscar su reutilización en los diferentes procesos de elaboración de los ladrillos. - Colocar geomallas especiales en el terreno para el esparcimiento de residuos orgánicos (Lodos) y evitar así que lleguen a la napa freática y se contamina con la misma. <p>d. Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> - (Área perforada/Área sin perforar)*100 <p>g. Impactos a mitigar</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sobreexplotación de una única noria. - Deterioro visual y paisajístico en la profundidad de la noria para la extracción de agua natural. <p>h. Tiempo de implementación</p> <p>3 meses</p> <table border="1" data-bbox="491 1711 1294 2002"> <thead> <tr> <th>Actividades</th> <th>Recursos</th> <th>Costo Aprox.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>.Realizar estudios de los posibles puntos para la nueva noria.</td> <td>Equipos de identificación de fuentes de agua</td> <td>S/. 2000.00</td> </tr> <tr> <td>Excavación de la</td> <td>Maquinaria</td> <td>S/. 3000.00</td> </tr> </tbody> </table>	Actividades	Recursos	Costo Aprox.	.Realizar estudios de los posibles puntos para la nueva noria.	Equipos de identificación de fuentes de agua	S/. 2000.00	Excavación de la	Maquinaria	S/. 3000.00
Actividades	Recursos	Costo Aprox.								
.Realizar estudios de los posibles puntos para la nueva noria.	Equipos de identificación de fuentes de agua	S/. 2000.00								
Excavación de la	Maquinaria	S/. 3000.00								

	nueva Noria	necesaria	
	Compra de geomalla	Instalación y Operación	S/. 1500.00
	TOTAL		S/. 6500.00

c) AIRE

- POLVO

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para prevención y mitigación
<p>- El impacto generado por el polvo hacia la atmosfera producido por la extracción, transporte y descarga de materiales (Suelo arcilloso y arena negra fina).</p> <p>- El impacto generado por las partículas de polvo son levantadas por poseer un peso relativamente bajo hacia la atmosfera producido por la extracción, manejo y transporte de residuos orgánicos (Lodos secos de agua residual).</p> <p>-El almacenamiento tanto para los materiales y residuos orgánicos (Lodos) generaran polvo.</p> <p>-El secado natural para residuos orgánicos (Lodos).</p>	<p>-El transporte de material residuos orgánicos (Lodos) y materiales (Suelo arcilloso y arena negra fina) se realizará mediante el uso de vehículos, donde se humedecerán previamente los materiales, los cuales además deberán estar cubiertos completamente con toldos o mantas especiales húmedas, esto con el fin de evitar generar polvo, derrames en las vías que puedan ocasionar posibles accidentes personales, vehiculares o inhalación de estos productos.</p> <p>-Riego con agua en todas las superficies de trabajo de la ejecución del proyecto: transporte, descarga y almacenamiento de materiales, etc. De modo que estas áreas mantengan un grado de humedad necesaria para evitar un posible levantamiento del polvo.</p> <p>- Se cubrirán los sitios de almacenamiento de materiales.</p>

- GASES (HUMO)

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para prevención y mitigación
<p>- La combustión generada por los motores de los vehículos de transporte y maquinaria de trabajo es fuente de contaminación y alteración de la calidad del aire.</p> <p>- Al quemarse la paja de arroz, los gases producidos son principalmente dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y otros en trazas como: óxido nitroso (N₂O), monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x). El CO₂ es el principal gas resultante. En su conjunto afectan la salud humana y a la atmósfera.</p> <p>-Los diferentes gases que se generan en la calcinación de los ladrillos con incorporación de lodos orgánicos.</p>	<p>-Verificar que los vehículos de transporte se encuentren en buen estado con un mantenimiento adecuado para minimizar los gases, como por ejemplo dióxido de carbono, entre otros.</p> <p>-Utilizar máquinas necesarias para la ejecución del proyecto en buen estado.</p> <p>* SUBPROGRAMA DE MANEJO DE LAS EMISIONES DE GASES Y PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN PRODUCTO DE LA QUEMA DE LA PAJILLA</p> <p>a. Área implicada</p> <p style="padding-left: 40px;">Se aplicará en el área donde se realiza la quema de los ladrillos (hornos), mediante el combustible pajilla de arroz.</p> <p>b. Objetivo</p> <p style="padding-left: 40px;">Disminuir la emisión de gases y de partículas en suspensión (Cenizas) como consecuencia de la combustión de la pajilla de arroz.</p> <p>c. Metas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mantener el uso de la pajilla de arroz como combustible ya que emite menos gases tóxicos en comparación de otros combustibles. - O cambiar el uso de pajilla por otro combustible que genere menor emisión de gases contaminantes como el carbón de piedra antracita. - Instalación de filtro de mangas en ductos de los hornos de cocción del ladrillo, para disminuir la emisión de partículas en suspensión. <p>i. Impactos a mitigar</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emisión de gases tóxicos. - Deterioro visual y paisajístico (Negreado de paredes en las viviendas aledañas al horno). <p>j. Tiempo de implementación</p> <p style="padding-left: 40px;">6 meses para ambos horno (2 hornos).</p>

Actividades	Recursos	Costo Aprox.
.Compra de carbón de piedra antracita	Cantidad que requiera cada horno.	S/. 1000.00
Compra de Filtro de Mangas	Instalación y Operación	S/. 1000.00 cada horno
TOTAL		S/. 4000.00

- RUIDO

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para prevención y mitigación
<p>- Se producirá a causa del empleo de maquinaria que se utilizará para la extracción de materiales.</p> <p>-Las acciones que colaboraran en el aumento de la contaminación sonora será el transporte de materiales (Suelo arcillos y arena negra fina) y residuos orgánicos (Lodos).</p> <p>-El proceso de quemado de los ladrillos también generará un impacto en la contaminación sonora (Leve).</p> <p>-Un impacto menor en los procesos de elaboración de diseño de mezcla y ensayo de las unidades en en la máquina de compresión (Laboratorio USAT).</p>	<p>-Las personas que intervengan en los diferentes procesos debes estar con la protección necesaria contra ruidos, como por ejemplo deben usar orejeras.</p> <p>-Utilizar equipos en buen estado y realizar constante mantenimiento para minimizar ruidos y vibraciones excesivas.</p>

7.10.1.2 CONDICIONES BIOLÓGICAS

a) FLORA Y FAUNA

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para prevención y mitigación
<p>-Debido a la mala disposición de residuos orgánicos (Lodos) pueden ser un impacto negativo para las áreas verdes.</p> <p>-Derrames accidentales de residuos orgánicos (Lodos).</p> <p>-Se puede asumir que es un impacto bajo en cuanto a la diversidad de especies ya que se pueden ver afectadas por los ruidos durante la extracción de materiales y transporte de los mismos.</p>	<p>-Restablecimientos de flora mediante revegetación, haciendo una adecuada limpieza de las zonas afectadas, dependiendo de la magnitud.</p> <p>-Restitución de áreas verdes (Perímetros del terreno), además del tratamiento del depósito de residuos orgánicos (Lodos).</p>

7.10.1.3 FACTORES CULTURALES

a) CALIDAD VISUAL

- PAISAJE URBANO

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para prevención y mitigación
<p>- Extracción de materiales (Suelo arcilloso y arena negra fina) puede causar erosiones y cambios en la morfología del terreno siendo un impacto negativo en las vistas escénicas y panorámicas.</p> <p>-El almacenamiento, el proceso de secado natural de lodos puede causar un impacto negativo a este factor ambiental.</p> <p>-La disposición final de los residuos orgánicos (Lodos), y merma generada después de la quema de ladrillos, puede causar un impacto negativo en las vistas escénicas y panorámicas.</p>	<p>-Colocar contenedores adecuados para los residuos orgánicos (Lodos) u otros materiales, que puedan afectar la calidad del agua subterránea, ya que este último también es indispensable para la fabricación de las unidades.</p> <p>-Disposición final de residuos sólidos, adecuados que no afecten la calidad visual de la naturaleza.</p>

7.10.1.4 INTERÉS HUMANO (NIVEL CULTURAL)

a) CALIDAD DE VIDA, SALUD Y SEGURIDAD

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para prevención y mitigación
-Posibles efectos en la salud en todo el proceso del manejo de residuos orgánicos (Lodos).	-Utilización de equipos de protección personal: <ul style="list-style-type: none">• Fundas plásticas.• Guantes de protección para los diversos trabajos.• Lentes de seguridad.• Mascarilla doble capa.• Brindar charlas impulsando a conservar el medio ambiente en el área de trabajo.• Se deberá brindar charlas para el manejo de residuos de desechos.

7.10.2 PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL

Este programa permite la verificación del cumplimiento de las medidas de Mitigación propuestas en el punto anterior que es el Programa de Medidas de Prevención y Mitigación de los Impactos Ambientales.

Será desarrollado con los equipos pertinentes según se dé la evaluación del estado de polvo, gases en el ambiente, etc.; los cuales son totalmente necesarios para determinar una calidad de vida óptima para la población que habita en nuestra área de influencia directa (Ciudad de Dios perteneciente al distrito de San José y José Leonardo Ortiz perteneciente a la provincia de Chiclayo), de tal forma que puedan dedicarse a disfrutar de los beneficios del aumento del empleo, eliminación de residuos y sin preocuparse porque su salud sufra algún daño colateral debido a la fabricación de ladrillos artesanales con incorporación de residuos orgánicos (Lodos secos de agua residual).

Es así que, con la finalidad de cumplir con la norma establecida se debe realizar los siguientes Monitoreos:

- Monitoreo de calidad de aire.
- Monitoreo de emisiones atmosféricas.
- Monitoreo de suelos
- Monitoreo del Agua

7.10.2.1 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Según las actividades a realizarse en la etapa de ejecución del proyecto (Funcionamiento), los parámetros a monitorear son los siguientes:

- Partículas o inmisiones que se hallan dispersos en el ambiente, producto de las emisiones echadas al ambiente por la parte superior del horno y que determina la calidad del aire.

Tabla 54 Parámetros, Métodos y Equipos para medir la Calidad del Aire

Determinación		Método de Ensayo			Equipo
Denominación	Símbolo	Código/Referencia	Año	Nombre o Título	Instrumento de referencia
Dióxido de Nitrógeno	NO ₂	40 CFR Part 50 Appendix EPA-084	F 1998	Del Arsenito de Sodio	Bomba de vacío / Tren de muestreo / Espectrofotómetro Spectronic 20 D ⁺
Dióxido de Azufre	SO ₂	40 CFR Part 50 Appendix EPA-097	A 1998	De Pararosanilina	
Sulfuro de Hidrógeno	H ₂ S	Peter O Warner, Análisis de los Contaminantes del Aire, pág. 140-142	1981	Colorimétrico del Azul de Metileno	
Partículas Totales en Suspensión	PTS	40 CFR Part 50 Appendix EPA-802	B 1998	Gravimétrico	Muestreador de alto volumen / Hi-Vol (Staplex)

Fuente: Protocolo para el Monitoreo de Emisiones Atmosféricas aprobado con Resolución Ministerial 026-2002-ITINCI

Tabla 55 Parámetros Meteorológicos

Parámetro	Equipo de referencia	Rango	Precisión
Temperatura		- 40,0 °C a + 65,0 °C	+/- 0,5 °C
Humedad relativa	Estación Meteorológica	0 % – 100 %	+/- 3% del valor medido
Velocidad de viento	Vantage DAVIS	Pro 1,5 – 79,0 m/s	+/- 5% del valor medido
Dirección de viento		0° – 360°	+/- 7°

Fuente: Protocolo para el Monitoreo de Emisiones Atmosféricas aprobado con Resolución Ministerial 026-2002-ITINCI

Tabla 56 Estándares referenciales de calidad de aire en el subsector ladrillero artesanal

Parámetro	Unidad	Límite	Norma de referencia
PTS Promedio 24 h	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	260	United States Environmental Protection Agency - EPA
Dióxido de Azufre (SO ₂) Promedio 24 h	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	365	D.S. N° 074-2001-PCM
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) Promedio 1 h	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	200	
Sulfuro de hidrógeno(H ₂ S)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	30	D.S. N° 046-93-EM

Fuente: Protocolo para el Monitoreo de Emisiones Atmosféricas aprobado con Resolución Ministerial 026-2002-ITINCI

7.10.2.2 MONITOREO DE LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Según las actividades a realizarse en la etapa de Funcionamiento de la ladrillera artesanal (Quemado de ladrillos), los parámetros a monitorear son los siguientes:

- Gases o emisiones generadas por el proceso de quemado que se expulsa por las chimeneas (parte superior del horno).

Tabla 57 Parámetros, Métodos y Equipos para medir gases en la chimenea

Parámetro	Método de análisis	Método referencia	de Rango	Equipo referencial
Partículas	Gravimétrico	EPA-17		Isocinético/ Tecora ISO EF/R/ Balanza Analítica -
Temperatura	Termométrico	CTM-030-EPA	-40 – 1 000 °C	
Oxígeno	Electroquímico	CTM-030-EPA	0 – 25%	Analizador de gases de combustión Testo 300 - I
Velocidad	Manométrico	2C-EPA	0 – 40 m/s	

Fuente: Protocolo para el Monitoreo de Emisiones Atmosféricas aprobado con Resolución Ministerial 026-2002-ITINCI

Tabla 58 Límites referenciales para emisiones gaseosas en el subsector ladrillero artesanal

Parámetro	Unidad	Límite Permisible	Norma de Referencia
Partículas	mg/Nm ³	100	R.M. N° 315-EM/VMM
Dióxido de Azufre	mg/Nm ³	2 000	IFC/BM
Óxidos de Nitrógeno	mg/Nm ³	460	
Monóxido de Carbono	mg/Nm ³	1 445	Decreto N° 833/1975 (España)

Fuente: Protocolo para el Monitoreo de Emisiones Atmosféricas aprobado con Resolución Ministerial 026-2002-ITINCI

7.10.2.3 MONITOREO DE SUELOS

Estándares de calidad ambiental para suelo:

Tabla 59 Límites Máximos para el Monitoreo de Suelos Orgánicos e Inorgánicos

Nº	Parámetros	Usos del Suelo			Método de ensayo
		Suelo Agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivos	
I	Orgánicos				
1	Benceno (mg/kg MS)	0,03	0,03	0,03	EPA 8260-B EPA 8021-B
2	Tolueno (mg/kg MS)	0,37	0,37	0,37	EPA 8260-B EPA 8021-B
3	Etilbenceno (mg/kg MS)	0,082	0,082	0,082	EPA 8260-B EPA 8021-B
4	Xileno (mg/kg MS)	11	11	11	EPA 8260-B EPA 8021-B
5	Naftaleno (mg/kg MS)	0,1	0,6	22	EPA 8260-B
6	Fracción de hidrocarburos F1 (C5-C10) (mg/kg MS)	200	200	500	EPA 8015-B
7	Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28) (mg/kg MS)	1 200	1 200	5 000	EPA 8015-M
8	Fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40) (mg/kg MS)	3 000	3 000	6 000	EPA 8015-D
9	Benzo(a) pireno (mg/kg MS)	0,1	0,7	0,7	EPA 8270-D
10	Bifenilos policlorados - PCB (mg/kg MS)	0,5	1,3	33	EPA 8270-D
11	Aldrin (mg/kg MS) ₍₁₎	2	4	10	EPA 8270-D
12	Endrin (mg/kg MS) ₍₁₎	0,01	0,01	0,01	EPA 8270-D
13	DDT (mg/kg MS) ₍₁₎	0,7	0,7	12	EPA 8270-D
14	Heptacloro (mg/kg MS) ₍₁₎	0,01	0,01	0,01	EPA 8270-D

II Inorgánicos					
15	Cianuro libre (mg/kg MS)	0,9	0,9	8	EPA 9013-A/APHA-AWWA-WEF 4500 CN F
16	Arsénico total (mg/kg MS) ₍₂₎	50	50	140	EPA 3050-B EPA 3051
17	Bario total (mg/kg MS) ₍₂₎	750	500	2 000	EPA 3050-B EPA 3051
18	Cádmio total (mg/kg MS) ₍₂₎	1,4	10	22	EPA 3050-B EPA 3051
19	Cromo VI (mg/kg MS)	0,4	0,4	1,4	DIN 19734
20	Mercurio total (mg/kg MS) ₍₂₎	6,6	6,6	24	EPA 7471-B
21	Plomo total (mg/kg MS) ₍₂₎	70	140	1 200	EPA 3050-B EPA 3051

Fuente: DECRETO SUPREMO N° 002-2013-MINAM

7.10.2.4 MONITOREO DEL AGUA

Estándares de calidad ambiental para el agua:

Tabla 60 ECA Conservación del Medio Acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081

Fuente: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

7.10.3 PLAN DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL

También llamado Plan de Contingencia, en este proyecto se tiene como principal problema los pasivos ambientales, producto de la extracción de materiales (Suelo arcilloso y arena negra fina) y el pozo (Noria) que es usado como contenedor de agua durante el proceso de mezclado de arcilla.

Se ha dispuesto que dentro del Plan de Manejo Ambiental, haya un subprograma que busca mejorar la geomorfología producto de la actividad extractora, sin embargo no es suficiente dicha medida, puesto que el deterioro visual y paisajístico de los terrenos excavados para la fabricación del ladrillo, es muy notorio con el pasar de los años para poder seguir con el funcionamiento la ladrillera.

Según el artículo VI de la Ley General del Ambiente n° 28611, **“cuando no sea posible eliminar las causas que la generan, se adoptan las medidas de mitigación, que correspondan”**.

Se prevé como necesario la implementación de una serie de rellenos controlados, que luego son compactados para mejorar la calidad del suelo, ante el crecimiento demográfico de los distritos cercanos a las zonas de extracción de los materiales. Se optará con el siguiente esquema la manera en que se ejecutará dicho Plan de Compensación.

a. Área implicada

Se aplicará en el área donde se realiza la extracción de la materia prima para la fabricación del ladrillo.

b. Objetivo

Realizar un relleno de residuos de la construcción o material de desmonte que apoyen en el mejoramiento de la morfología del terreno a medida que se va extrayendo el material.

c. Metas

- Realizar un relleno controlado mediante la descarga de material de préstamo.

- Compactar con ayuda de maquinaria el material que se depositará, mediante capas horizontales.
- Realizar ensayos que verifiquen que se cumple con la resistencia mínima que requiere un terreno para ser usado como zona urbana.
- Delimitar los terrenos de compactación con cercos perimetrales.
- Gestionar en conjunto con las municipalidades cercanas el depósito de los materiales de la construcción.

d. Indicadores

- $(\text{Área compactada}/\text{Área sin compactar}) * 100$
- $(\text{Área recuperada}/\text{Área sin intervención}) * 100$
- $(\text{Perímetro cercado}/\text{Perímetro total}) * 100$

e. Impactos a mitigar

- Erosión
- Deterioro visual y paisajístico de los terrenos excavados para la fabricación del ladrillo.

f. Tiempo de ejecución

5 años

Actividades	Recursos
Realizar estudios para destinar el material de relleno, con el fin de recuperar en un porcentaje lo que había.	Software de diseño y equipos topográficos
Compactación del material	Maquinaria necesaria
Gestionar con municipalidades aledañas un mejor uso, a los residuos de construcción.	Permisos y controles de dicho material

7.10.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.10.4.1 CONCLUSIONES

Al realizar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto titulado Elaboración de ladrillos artesanales utilizando lodos sedimentados de las lagunas de estabilización de San José, Lambayeque para la elaboración de muros de tabiquería, se concluye lo siguiente.

- La Evaluación de Impacto Ambiental identificó el factor ambiental más impactado negativamente que es la calidad del aire (gases y humo); ya que se produce humo durante la cocción del material, producto de la quema de la pajilla; permitiendo adoptar medidas preventivas y de mitigación que permitirán que no genere impactos ambientales severos sobre el medio ambiente.
- Mediante el Plan de manejo ambiental se adoptaron medidas estructuradas de prevención y mitigación, el cual logrará minimizar los aspectos que representen impactos negativos sobre el medio ambiente.
- La Evaluación de Impacto Ambiental identificó el factor ambiental más impactado positivamente que es el factor socioeconómico (Empleo). ya que esta actividad es una fuente de trabajo directo e indirecto para muchas personas, que muchas veces no cuentan con ayuda de las municipalidades, generalmente es la zona rural, produciendo un material que de seguir con algún control de calidad, podría ser una alternativa ante el ladrillo industrial, por los bajos costos que presentan.
- En el área de impacto directo del Proyecto, el impacto será muy positivo mitigando impactos de contaminación, brindando empleo y beneficios económicos.
- Adoptando las medidas preventivas y mitigación, estructuradas mediante el Plan de manejo ambiental, se lograra minimizar los aspectos que representen impactos negativos sobre el medio ambiente y por lo tanto el proyecto es ambientalmente muy viable estos residuos al ser reciclados no quedan como desechos, sino que se incorporan de nuevo al ciclo de la industria de la construcción con la elaboración de ladrillos artesanales.

7.10.4.2 RECOMENDACIONES

Después de realizar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto titulado Elaboración de ladrillos artesanales utilizando lodos sedimentados de las lagunas de estabilización de San José, Lambayeque para la elaboración de muros de tabiquería, se recomienda lo siguiente.

- Llevar a cabo todas las medidas de prevención y mitigación mencionadas en los programas y subprogramas para disminuir al mínimo los impactos ambientales que provocará la ejecución del proyecto.
- Mantener las buenas relaciones y comunicación con la población involucrada sobre las actividades que se desarrollaran en el Proyecto incluyendo trabajadores de la zona.
- Buscar el beneficio de todos los agentes que intervienen, es decir, que sea una fuente de trabajo para los artesanos y personas que se dedican a esta actividad y también que no se vean perjudicados los factores ambientales.
- En cuanto al programa de monitoreo se recomienda la intervención del gobierno local

Además Para que el programa de Monitoreo Ambiental sea realizado y poder cumplir con la prevención y mitigación de los impactos ambientales se tendrá que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se deberá crear **un Programa de buenas prácticas en ladrilleras artesanales a nivel Regional**, teniendo el apoyo del **Ministerio del Ambiente** y de un proceso participativo del Gobierno Regional a través de su **Dirección Regional de la Producción** y de la **Dirección de Asuntos Ambientales de Industria del Viceministerio de Mype e Industria** del Ministerio de la Producción.
- Para lograr dicho programa primero se debe constituir una **asociación de ladrilleros artesanales** en las distintas zonas de producción lo que permitirá complementar sus recursos, capacidades y aptitudes para participar conjuntamente en el mercado ofertando sus productos a terceros que pueden ser organizaciones privadas o eventualmente el Estado que es el mayor comprador; con el fin de lograr la **Formalización** que generará oportunidades de capacitación y asistencia técnica a través del organismo de promoción de la micro y pequeña empresa PROMPYMES, del Ministerio de la Producción, entre otros.

VIII. CONCLUSIONES

1. Se llegó a cumplir con la Elaboración de ladrillos cerámicos artesanales utilizando lodos sedimentados generados en las lagunas de estabilización de Epsel de San José - Lambayeque para la construcción de muros de tabiquería – 2019, pudiendo realizarse un total de 180 unidades como se muestra en la Tabla N° 9 (Identificación de Muestras a Utilizar). Demostrando además que al incorporar lodos secos de agua residual (**optimo 5%**) si mejoran la resistencia a la compresión como material de construcción no estructural (Tabiques y Muros de cerco) e incluso se puede llegar a usar como unidad de albañilería para fines estructurales (Muros Portantes) según la E-070, 2006 en su tabla 1.
2. Se analizó la composición físico-química del suelo arcilloso y de los lodos secos provenientes de las lagunas de estabilización de EPSEL S.A. de San José, pudiendo demostrarse que los Lodos presentan características similares a los componentes de las arcillas, lo que facilita su compatibilidad para hacer mezclas de arcilla - lodo que hace posible que durante la etapa de cocción de los ladrillos artesanales halla una mejor afinidad en el intercambio iónico, estos resultados se muestran en la tabla N° 13 y la tabla N° 14.
3. Se determinó el reajuste óptimo de materiales en la mezcla para los ladrillos de la **UNIDAD PATRÓN** siendo la dosificación óptima, la relación **70:30** (porcentaje en peso) de los materiales **Suelo arcilloso: Arena fina**, como se muestra en la tabla N° 15 y la tabla N° 16.
4. Según los resultados mostrados en el Gráfico 19. Resultados del ensayo: Compresión promedio de los ladrillos Patrón con diferente incorporación de lodos incorporando desde un 2.5% (B) hasta 25% (H) de Lodo Seco de Agua Residual, se concluye que el porcentaje óptimo de incorporación los lodos secos de agua residual en las unidades experimentales es de **5% en peso**, siendo este el que brinda una mejor respuesta en sus características físicas mecánicas ($f'_b=57.97$ kg/cm²; $f'_{tr}=8.28$ kg/cm²) y dichos resultados se puede apreciar en la tabla N° 30 y la tabla N° 31.

5. Se clasificaron los ladrillos artesanales elaborados con porcentajes de lodo según el RNE-E.070, 2006 logrando ser clasificados como ladrillos para uso estructural **CLASE I**, como se muestra en la Tabla 1 del RNE E.070 2006, teniendo limitaciones para su uso según la Tabla 2 de la misma norma donde indica que estas unidades solo pueden usarse en edificaciones no importantes de hasta 2 pisos para la zona sísmica 2 y 3.

6. Se realizó la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto titulado Elaboración de ladrillos cerámicos artesanales utilizando lodos sedimentados generados en las lagunas de estabilización de Epsel de San José - Lambayeque para la construcción de muros de tabiquería – 2019, mostrándose así la agresividad de las actividades que ocasiona la producción de ladrillos artesanales; siendo la actividad ENCENDIDO DEL HORNO la más agresiva al ambiente; como se puede apreciar en la Tabla N° 52, además se pudo apreciar la fragilidad de los factores ambientales impactados debido a la producción de estos ladrillos artesanales; siendo los factores AIRE, SUELO y el factor SOCIOECONÓMICO los más impactados; como lo muestra la Tabla N° 53.

IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los posteriores investigadores:

1. Para realizar los ensayos normados por el RNE-E.070, 2006 se debe tener muy en cuenta que las unidades a ensayar se encuentren en buenas condiciones, caso contrario rechazarlas y optar por otras.
2. Para lograr cierta dimensión final de un ladrillo, se recomienda usar un molde (gavera) con 1.5 cm más en el largo, 1 cm más en el ancho y 1 cm más en el alto.
3. Llevar un buen control en cuanto a la temperatura de cocción de los ladrillos, ya que es un punto muy importante que determinará la característica fundamental de los ladrillos que es la resistencia a la compresión (f'_{b}).
4. Al momento de efectuar el ensayo de compresión, se recomienda que las superficies del ladrillo se encuentre lo más horizontal posible, para ello es necesario homogenizar la superficie por medio del capeado o pulido de las superficies (Como lo fue para esta investigación).
5. Realizarse otras comparaciones con los lodos de otras PTAR o depuradoras convencionales en el Perú, para lograr obtener una base de datos y así no solo comparar, sino también confirmar que este tipo de ladrillos si pueden ser una buena forma de mitigar el impacto ambiental que estos generan al darse un rehusó adecuado, además de poder industrializarse siempre y cuando se hagan más estudios a fondo.
6. Realizar más ensayos que no han sido considerados en esta investigación para que se pueda ver al detalle el comportamiento de estos ladrillos con incorporación de lodos secos de agua residual como el Ensayo de Durabilidad.
7. Con esta investigación la proyección fue demostrar que los lodos secos de agua residual en una unidad de albañilería nos ayuda a aligerar su peso, pero se recomienda no usar más del 5% debido a que al incorporar más de este porcentaje se presenta dificultades de trabajabilidad y las características mecánicas disminuyen.

X. REFERENCIAS

- [1] J. Rucoba, «“Un peruano consume hasta 163 litros de agua al día”,» Sedapal, 16 enero 2018. [En línea]. Available: <http://www.radiocorporacion.com.pe/sedapal-peruano-consume-163-litros-agua-al-dia/>.
- [2] Epsel S.A., «Entidad Prestadora de Servicio de Saneamiento de Lambayeque,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.epsel.com.pe/Presentacion/WFrmServicioAL.aspx>. [Último acceso: 2 junio 2019].
- [3] INEI, «Instituto Nacional de Estadística e Informática,» Instituto Nacional de Estadística e Informática, 22 Octubre 2017. [En línea]. Available: <http://censo2017.inei.gob.pe/resultados-definitivos-de-los-censos-nacionales-2017/>. [Último acceso: 2 junio 2019].
- [4] A. Burga Rafael, «Valoración de los lodos sedimentados generados en las lagunas de estabilización de Epsel para uso como abono organico,» Chiclayo, 2014.
- [5] M. Abbas, U. Aruna , J.-B. Tristan , S. Michael , A. Mohtashim , R. Glen , B. Simon , E. Nicky y S. Sujeeva , «A Proposal for Recycling the World’s Unused Stockpiles of Treated Wastewater Sludge (Biosolids) in Fired-Clay Bricks,» *Buildings*, p. 22, 2019.
- [6] N. Fuentes Molina, S. A. Isenia León y J. G. Ascencio Mendoza, «Adición de lodos residuales en la elaboración de matrices cerámicas,» *Producción + Limpia*, vol. 16, nº 32, p. 13 al 25, Diciembre 2019.
- [7] W. Mozo, A. Gómez y G. Camargo, «Efecto de la adición de biosólido (seco) a una pasta cerámica sobre la resistencia,» *Redalyc*, vol. 14, nº 27, p. 19, 2015.
- [8] X. O. Orellana León, *Uso de los lodos, producto del tratamiento de aguas residuales, para la fabricación de ladrillos*, Guayaquil, 2015.
- [9] A. San Bartolomé, D. Quiun y W. Silva, *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería*, 2da ed., Lima: Fondo Editorial PUCP, 2018.
- [10] H. Gallegos y C. Casabonne, *ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL*, Tercera ed., Lima, 2005.
- [11] G. E. Torres Carranza, «Reutilización de Aguas y Lodos Residuales,» *DocPlayer*, p. 11,

2019.

- [12] M. N. Llivichuzca Guapisaca, «Tratamiento de lodos residuales procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales mediante procesos electroquímicos para la disminución de la concentración de huevos helmintos,» Cuenca Ecuador, 2016.
- [13] Programa Regional de Aire Limpio y el Ministerio de Producción, «Estudio diagnóstico sobre las ladrilleras artesanales en el Perú».
- [14] E. I. Galvez Izquierdo, «Elaboración de unidades de albañilería con diatomita para la construcción de muro de tabiquería y muros portantes en el distrito de Lambayeque,» Chiclayo, 2016.
- [15] J. Rodríguez Ramírez, F. Diego Nava, C. Martínez Alvarez, L. Méndez Lagunas y M. Aguilar Lescas, «Perfiles de temperatura en un horno ladrillero,» *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, vol. 3, nº 2, pp. 209-217, 2004.
- [16] L. A. Villareal Jiménez, «Uso de lodo de papel y arena silica para la fabricación de ladrillos y tabla roca,» Cholula, Puebla, México, 2004.
- [17] N. Y. Gabriel Perez, «Bacterias patógenas y sus condiciones ambientales en las lagunas de,» Chiclayo, 2018.
- [18] Metcalf & Eddy, INC., INGENIERÍA DE AGUAS RESIDUALES. TRATAMIENTO, VERTIDO Y REUTILIZACIÓN, 3ra ed., vol. 1, A. G. Brage, Ed., Madrid: McGraw-Hill, 1995.
- [19] N. Ramirez D., J. A. Serrano R. y H. Sandoval T., «Microorganismos extremófilos. Actinomicetos halófilos en México,» *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, vol. 37, nº 3, pp. 56-71, 2006.
- [20] N. L. Zea Osorio, Caracterización de las Arcillas para la Fabricación de Ladrillos Artesanales, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005.
- [21] Instituto Nacional de Defensa Civil, «Mapa de Peligros de la Ciudad de San José,» 2003.
- [22] Instituto Nacional de Defensa Civil, «Plan de Prevención ante desastres: Usos del suelo y Medidas de Mitigación,» Chiclayo, 2003.
- [23] D. S. López Córdova, 2014. [En línea]. Available: <https://url2.cl/aLFwa>.
- [24] J. Joseph A., O. Pereyra Cáceres y L. Marín D., «Parte III : José Leonardo Ortiz: una ventana a Chiclayo,» Buenos Aires, CLACSO, 2009.

XI. ANEXOS

ANEXO 01: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y FOTOS

ANEXO 01.01: ENSAYOS A LOS MATERIALES EMPLEADOS

- Suelo Arcilloso – M1

<u>HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216</u>				
LATA	1	2	3	Und
PESO DEL SUELO HÚMEDO	500.00			grs
PESO DE LATA	84.51			grs.
PESO DEL SUELO HÚMEDO + LATA	584.51			grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	557.76			grs.
PESO DEL AGUA	26.75			grs.
PESO DEL SUELO SECO	473.25			grs
CONTENIDO DE HUMEDAD	5.65			%
PROMEDIO % DE HUMEDAD		5.65		%

<u>GRAVEDADESPECÍFICA : ASTM D - 854</u>				
	1	2	3	Und
FIOLA	90.58			grs
PESO FIOLA+AGUA	340.58			grs.
PESO SUELO SECO	50.00			grs.
PESO FIOLA+AGUA+SUELO	368.37			grs.
PESO SUELO EN AGUA	27.79			grs.
VOLUMEN DEL SUELO	22.21			cm3
GRAVEDAD ESPECIFICO	2.25			
PROMEDIO		2.25		

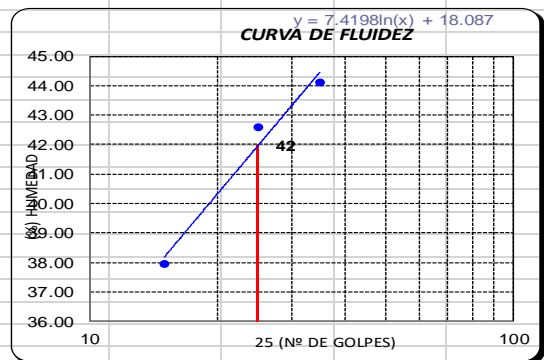
<u>SALES : ASTM D - 854</u>		
BOTELLA	162.62	grs.
SUELO	50	grs.
BOTELLA + SUELO	212.62	grs.
BOTELLA + SUELO + AGUA	461.59	grs.
AGUA	248.97	grs.
PESO DEL CRISTAL	32.01	grs.
AGUA + SALES	50	grs.
PESO DEL CRISTAL + AGUA CON SALES	82.01	grs.
PESO DEL CRISTAL + SAL	32.03	grs.
PESO DE SALES	0.02	grs.
CONTENIDO DE SALES	0.04	%



ESUELA	:	INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA	:	ANDERLY JEAN POOL LOZANO OLAYA
TESIS	:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS CERÁMICOS ARTESANALES UTILIZANDO LODOS SEDIMENTADOS GENERADOS EN LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE EPSEL DE SAN JOSÉ - LAMBAYEQUE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE TABIQUERÍA - 2019
UBICACIÓN	:	DISTRITO JOSÉ LEONARDO ORTIZ. PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ENSAYO	:	SUELO: Método de ensayo para el análisis granulométrico SUELO: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA	:	NTP. 399.128: 1999 NTP. 399.131 N.T.P. 339.127: 1998
Suelo Arcilloso	Muestra: M-1	Profundidad: 0.20m. - 1.50m.

Analisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	(mm)	% Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2 1/2"	63.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.8	99.2
N° 20	0.850	3.3	96.7
N° 40	0.425	6.5	93.5
N° 50	0.300	8.8	91.2
N° 100	0.150	48.0	52.0
N° 200	0.075	48.0	0.1
< N° 200	FONDO	100.0	0.0



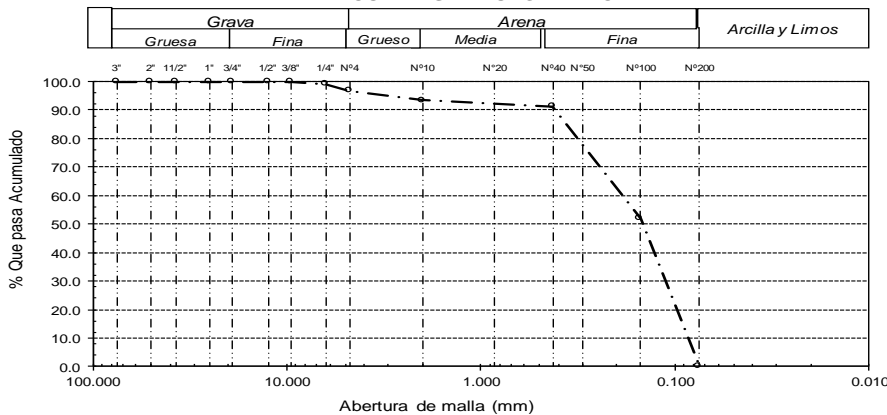
Ensayo de Límite de Atterberg

Límite líquido (LL)	42.58	(%)
Límite Plástico (LP)	29.04	(%)
Índice Plástico (IP)	13.54	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL	
Descripción del suelo	Arcilla de Baja Plasticidad con arena	
Clasificación (AASHTO)		
Descripción		

Distribución granulométrico

% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G. F %	0.0	0.0
	A.G %	0.8	
% Arena	A.M %	5.7	
	A.F %	7.7	14.2
% Arcilla y Limo		85.7	85.7
Total		100	
Contenido de Humedad			5.65

CURVA GRANULOMETRICA



El contenido de humedad de la muestra es: 5.65%

El potencial de expansión según el índice de plasticidad obtenido de la muestra es: MEDIO

- Arena fina – M2

<u>HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216</u>				
LATA	1	2	3	Und
PESO DEL SUELO HÚMEDO	500.00			grs
PESO DE LATA	72.03			grs.
PESO DEL SUELO HÚMEDO + LATA	572.03			grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	566.54			grs.
PESO DEL AGUA	5.49			grs.
PESO DEL SUELO SECO	494.51			grs
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.11			%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1.11			%

<u>GRAVEDAD ESPECÍFICA : ASTM D - 854</u>				
	1	2	3	Und
FIOLA	89.07			grs
PESO FIOLA+AGUA	339.07			grs.
PESO SUELO SECO	50.00			grs.
PESO FIOLA+AGUA+SUELO	371.27			grs.
PESO SUELO EN AGUA	32.20			grs.
VOLUMEN DEL SUELO	17.80			cm3
GRAVEDAD ESPECIFICO	2.81			
PROMEDIO	2.81			

<u>SALES : ASTM D - 854</u>		
BOTELLA	163.38	grs.
SUELO	50	grs.
BOTELLA + SUELO	213.38	grs.
BOTELLA + SUELO + AGUA	461.14	grs.
AGUA	247.76	grs.
PESO DEL CRISTAL	32.11	grs.
AGUA + SALES	50	grs.
PESO DEL CRISTAL + AGUA CON SALES	82.11	grs.
PESO DEL CRISTAL + SAL	32.12	grs.
PESO DE SALES	0.01	grs.
CONTENIDO DE SALES	0.02	%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESUELA	:	INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA	:	ANDERLY JEAN POOL LOZANO OLAYA
TESIS	:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS CERÁMICOS ARTESANALES UTILIZANDO LODOS SEDIMENTADOS GENERADOS EN LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE EPSL DE SAN JOSÉ - LAMBAYEQUE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE TABIQUERÍA - 2019
UBICACIÓN	:	DISTRITO JOSÉ LEONARDO ORTIZ. PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
ENSAYO	:	SUELO: Método de ensayo para el análisis granulométrico SUELO: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA	:	NTP. 399.128: 1999 NTP. 399.131 N.T.P. 339.127: 1998
Arena		Muestra: M - 2 Profundidad: 0.20m. - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado

N° Tamiz	(mm)	% Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2 1/2"	63.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.0	100.0
N° 20	0.850	0.0	100.0
N° 40	0.425	2.1	97.9
N° 50	0.300	6.4	93.6
N° 100	0.150	88.7	11.3
N° 200	0.075	88.7	0.0
< N° 200	FONDO	100.0	0.0

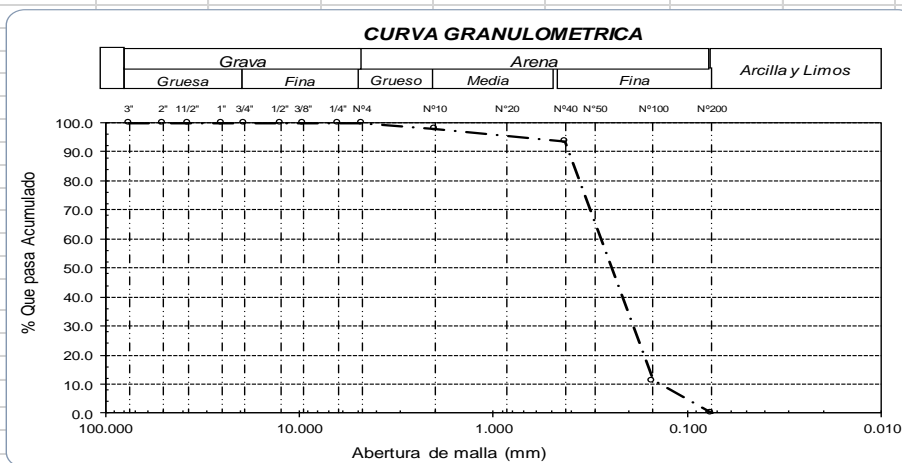
Distribución granulométrica

% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G. F %	0.0	
	A.G %	0.0	
% Arena	A.M %	2.1	90.2
	A.F %	88.1	
% Arcilla y Limo		9.8	9.8
Total			100

Clasificación (S.U.C.S.)	C
Descripción del suelo	Arena
Clasificación (AASHTO)	
Descripción	

Contenido de Humedad

1.11



El contenido de humedad de la muestra es: 1.11%

- Lodo seco de agua residual – M3

<u>HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216</u>				
LATA	1	2	3	Und
PESO DEL SUELO HÚMEDO	500.00			grs
PESO DE LATA	72.03			grs.
PESO DEL SUELO HÚMEDO + LATA	572.03			grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA	438.33			grs.
PESO DEL AGUA	133.70			grs.
PESO DEL SUELO SECO	366.30			grs
CONTENIDO DE HUMEDAD	36.50			%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	36.50			%

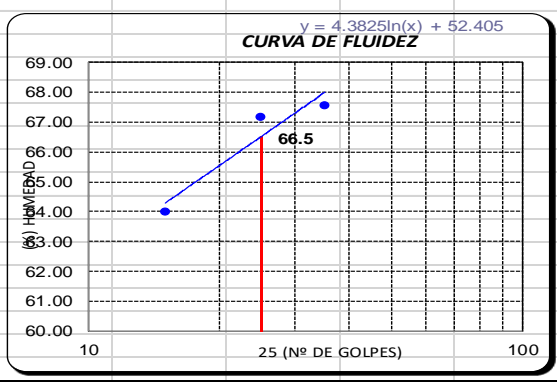
<u>GRAVEDAD ESPECÍFICA : ASTM D - 854</u>				
	1	2	3	Und
FIOLA	89.78			grs
PESO FIOLA+AGUA	339.78			grs.
PESO SUELO SECO	50.00			grs.
PESO FIOLA+AGUA+SUELO	363.43			grs.
PESO SUELO EN AGUA	23.65			grs.
VOLUMEN DEL SUELO	26.35			cm3
GRAVEDAD ESPECIFICO	1.90			
PROMEDIO	1.90			

<u>SALES : ASTM D - 854</u>		
BOTELLA	231.04	grs.
SUELO	50	grs.
BOTELLA + SUELO	281.04	grs.
BOTELLA + SUELO + AGUA	509.87	grs.
AGUA	228.83	grs.
PESO DEL CRISTAL	31.59	grs.
AGUA + SALES	50	grs.
PESO DEL CRISTAL + AGUA CON SALES	81.59	grs.
PESO DEL CRISTAL + SAL	31.89	grs.
PESO DE SALES	0.3	grs.
CONTENIDO DE SALES	0.6	%



ESUELA	:	INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA	:	ANDERLY JEAN POOL LOZANO OLAYA
TESIS	:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS CERÁMICOS ARTESANALES UTILIZANDO LODOS SEDIMENTADOS GENERADOS EN LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE EPSEL DE SAN JOSÉ - LAMBAYEQUE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE TABIQUERÍA - 2019
UBICACIÓN	:	PTAR EPSEL S.A. DE SAN JOSÉ - LAMBAYEQUE
ENSAYO	:	SUELO: Método de ensayo para el análisis granulométrico SUELO: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA	:	NTP. 399.128: 1999 NTP. 399.131 N.T.P. 339.127: 1998
Suelo Arcilloso	Muestra: M-1	Profundidad: 0.20m. - 1.50m.

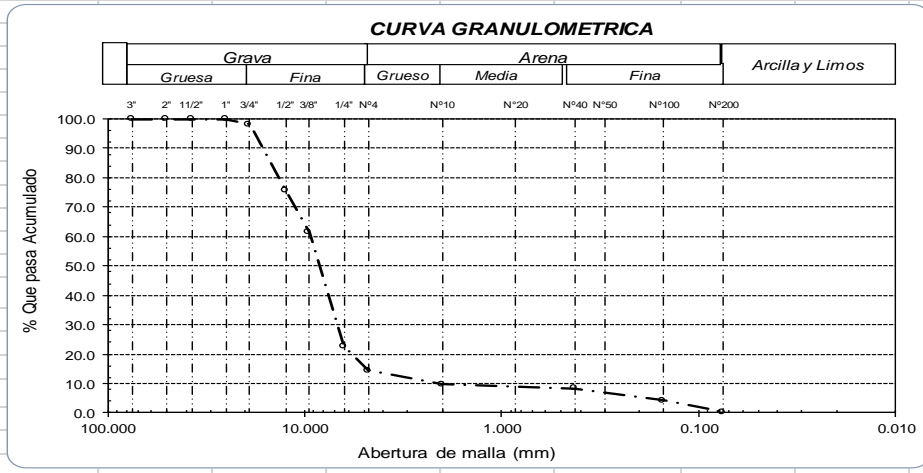
N° Tamiz	(mm)	% Acumulados	% Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2 1/2"	63.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	1.9	98.1
1/4"	6.300	24.2	75.8
N° 4	4.750	38.6	61.4
N° 10	2.000	77.4	22.6
N° 20	0.850	85.5	14.5
N° 40	0.425	90.3	9.7
N° 50	0.300	91.7	8.3
N° 100	0.150	95.8	4.2
N° 200	0.075	95.8	0.2
< N° 200	FONDO	100.2	-0.2



% Grava	G.G. %		
		0.0	
	G. F %	38.6	38.6
	A.G %	38.8	
% Arena	A.M %	12.9	
	A.F %	9.5	61.2
% Arcilla y Limo		80.8	80.8
Total			100

Límite líquido (LL)	67.20	(%)
Límite Plástico (LP)	50.08	(%)
Índice Plástico (IP)	17.12	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)		MH-OH
Descripción del suelo	Limo de alta plasticidad - Altamente orgánico	
Clasificación (AASHTO)		
Descripción	MALO	

Contenido de Humedad 36.50



El contenido de humedad de la muestra es: 36.5%

El potencial de expansión según el índice de plasticidad obtenido de la muestra es: ALTO

ANEXO 01.02: FOTOS DE ENSAYOS REALIZADOS A LOS MATERIALES

ANEXO 01.02.01: CONTENIDO DE HUMEDAD



<p>Peso de Suelo Húmedo M-1 (Suelo Arcilloso)</p>	<p>Peso de Suelo Húmedo M-2 (Arena Fina)</p>
	
<p>FOTO N° 01</p>	<p>FOTO N° 02</p>

<p>Peso de Suelo Húmedo M-3 (Lodo Seco de Agua Residual)</p>	<p>Colocado de las Muestras en el Horno por 24 horas</p>
	
<p>FOTO N° 03</p>	<p>FOTO N° 04</p>

<p>Peso de Suelo Seco + Lata M-1 (Suelo Arcilloso)</p>	<p>Peso de Suelo Seco + Lata M-2 (Arena Fina)</p>
	
<p>FOTO N° 05</p>	<p>FOTO N° 06</p>

<p>Peso de Suelo Seco + Lata M-3 (Lodo Seco de Agua Residual)</p>	<p>Peso de Latas</p>
	
<p>FOTO N° 07</p>	<p>FOTO N° 08</p>

ANEXO 01.02.02: GRAVEDAD ESPECÍFICA

<p>Peso de Fiolas de Vidrio de 250 mL de Volumen</p>	<p>Peso de Fiola + 250 mL de Agua Destilada</p>
	
<p>FOTO N° 09</p>	<p>FOTO N° 10</p>

<p>Molienda de Materiales y pasar por el Tamiz N° 4</p>	<p>Peso de 50 gr de Suelo Seco M-1 (Suelo Arcilloso)</p>
	
<p>FOTO N° 11</p>	<p>FOTO N° 12</p>



<p>Peso de 50 gr de Suelo Seco M-2 (Arena Fina)</p>	<p>Peso de 50 gr de Suelo Seco M-3 (Lodo Seco de Agua Residual)</p>
	
<p>FOTO N° 13</p>	<p>FOTO N° 14</p>

<p>Añadiendo las muestras a la Fiola</p>	<p>Eliminación de Aire atrapado en el interior de las Fiolas Calentándolas a bajas temperaturas</p>
	
<p>FOTO N° 15</p>	<p>FOTO N° 16</p>

<p>Eliminación de partículas suspendidas después de eliminar el aire atrapado</p>	<p>Peso de Fiola + de Agua + Suelo M-1 (Suelo Arcilloso)</p>
	
<p>FOTO N° 17</p>	<p>FOTO N° 18</p>

<p>Peso de Fiola + de Agua + Suelo M-2 (Arena Fina)</p>	<p>Peso de Fiola + de Agua + Suelo M-3 (Lodo Seco de Agua Residual)</p>
	
<p>FOTO N° 19</p>	<p>FOTO N° 20</p>

ANEXO 01.02.03: CONTENIDO DE SALES

<p>Molienda de Materiales y pasar por el Tamiz N° 4</p>	<p>Peso de 50 gr de Suelo Seco M-1 (Suelo Arcilloso)</p>
	
<p>FOTO N° 21</p>	<p>FOTO N° 22</p>

<p>Peso de 50 gr de Suelo Seco M-2 (Arena Fina)</p>	<p>Peso de 50 gr de Suelo Seco M-3 (Lodo Seco de Agua Residual)</p>
	
<p>FOTO N° 23</p>	<p>FOTO N° 24</p>

Colocamos las Muestras en una Botella de Vidrio y tomamos datos de los pesos (Posteriormente Agitar durante 30 min, y luego dejar sedimentar por un día)



FOTO N° 25

Con ayuda de papel filtro extraemos 50 mL del agua que se encuentra en la parte superior.



FOTO N° 26

Tomamos el Peso de los Cristales, donde se colocarán los 50 mL de agua extraídos anteriormente





FOTO N° 27

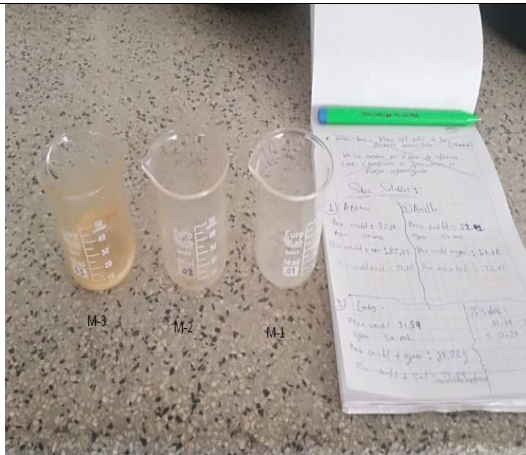
Peso de Cristal + 50 mL de Agua M-1 (Suelo Arcilloso)



FOTO N° 28

<p>Peso de Cristal + 50 mL de Agua M-2 (Arena Fina)</p>	<p>Peso de Cristal + 50 mL de Agua M-3 (Lodo Seco de Agua Residual)</p>
	
<p>FOTO N° 29</p>	<p>FOTO N° 30</p>

<p>Luego Colocamos los Cristales con Agua en el Horno hasta evaporar, obteniendo los siguientes pesos: Peso de Cristal + Sales M-1 (Suelo Arcilloso)</p>	<p>Peso de Cristal + Sales M-2 (Arena Fina)</p>
	
<p>FOTO N° 31</p>	<p>FOTO N° 32</p>

<p>Peso de Cristal + Sales M-3 (Lodo Seco de Agua Residual)</p>	<p>Vista de los Cristales pigmentados por las Sales de los Materiales</p>
	
<p>FOTO N° 33</p>	<p>FOTO N° 34</p>

ANEXO 01.02.04: GRANULOMETRÍA

<p>Peso de Muestra Representativa del Material que pasa la Malla N° 4</p>	<p>Muestras en el horno por 24 horas</p>
	
<p>FOTO N° 35</p>	<p>FOTO N° 36</p>

Después de secar las muestras, tomar 500 gr y poner a saturar por 24 horas

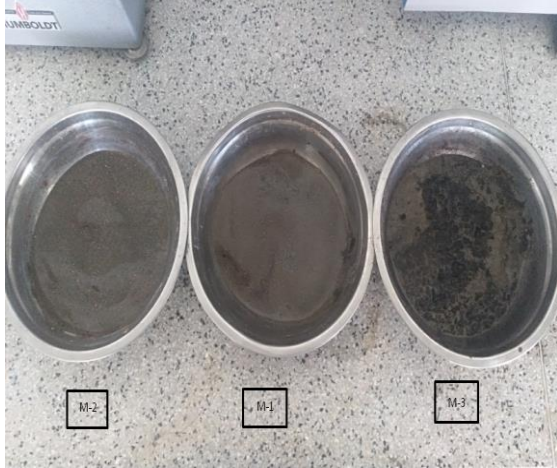


FOTO N° 37

Lavar las muestras hasta que el agua ya no este turbia y quedarse con la muestra retenida en el tamiz N° 200



FOTO N° 38

La muestra que quedó en el Tamiz N° 200 se lleva al horno por 24 horas y después se pesa



FOTO N° 39

Pesamos la Tara en gramos



FOTO N° 40

Un juego de mallas para suelos: 3/8", N°04, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y la Charola.

Realizando el proceso de Tamizado



FOTO N° 41

FOTO N° 42

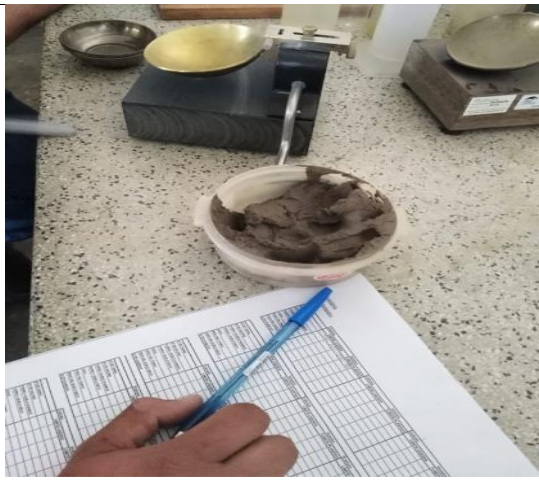
Registrar los pesos retenidos en cada Malla para luego ser procesados.





FOTO N° 43

ANEXO 01.02.05: LÍMITES DE CONSISTENCIA

Suelo Tamizado por la malla N°40	Se deja Saturar la muestra por 24 horas
	
FOTO N° 44	FOTO N° 45

Se toman los pesos de los tarros (3 para LL y 1 para LP)	Colocado de la Muestra en la Copa de Casagrande
	
FOTO N° 46	FOTO N° 47

<p>Ranura en la parte media del suelo, utilizando el ranurador</p>	<p>N° de Golpes utilizados para el LL (15, 25 35) y para el LP se realizaron palitos alargados, estos se pesaron para luego ser metidos al horno por 24 horas.</p>
	
<p>FOTO N° 48</p>	<p>FOTO N° 49</p>

<p>Muestras secas después de salir del horno, se registra sus pesos y se procede a realizar los cálculos.</p>

<p>FOTO N° 50</p>

ANEXO 02: TABLAS DE ENSAYOS - RESULTADOS Y FOTOS

ANEXO 02.01 TABLAS DE ENSAYOS – RESULTADOS

ANEXO 02.01.01 RESULTADOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL LADRILLO TRADICIONAL DE ARCILLA (COMÚN), DEL LADRILLO PATRÓN Y DE LOS LADRILLOS CON INCORPORACIÓN DE LODOS.

% Dosific.	LADRILLO COMÚN									
DIMENSIONES										
# / CÓDIGO	Común - 1	Común - 2	Común - 3	Común - 4	Común - 5	Común - 6	Común - 7	Común - 8	Común - 9	Común - 10
L - 1 (mm)	206.00	208.00	205.00	206.00	208.00	208.00	206.00	209.00	210.00	208.00
L - 2 (mm)	207.00	209.00	206.00	208.00	209.00	206.00	207.00	207.00	205.00	209.00
L - 3 (mm)	208.00	208.00	205.00	207.00	207.00	208.00	207.00	206.00	207.00	207.00
L - 4 (mm)	209.00	209.00	205.00	207.00	208.00	201.00	203.00	204.00	208.00	208.00
L promedio (mm)	207.50	208.50	205.25	207.00	208.00	205.75	205.75	206.50	207.50	208.00
L Prom. (mm)	206.98									
L nominal (mm)	230.00									
V (%)	10.01									
A - 1 (mm)	122.00	121.00	120.00	122.00	119.00	120.00	121.00	122.00	123.00	119.00
A - 2 (mm)	123.00	122.00	121.00	123.00	122.00	125.00	124.00	125.00	124.00	122.00
A - 3 (mm)	124.00	123.00	123.00	124.00	120.00	124.00	121.00	122.00	125.00	121.00
A - 4 (mm)	122.00	121.00	122.00	121.00	122.00	122.00	123.00	123.00	122.00	122.00
A promedio (mm)	122.75	121.75	121.50	122.50	120.75	122.75	122.25	123.00	123.50	121.00
A Prom. (mm)	122.18									
A nominal (mm)	130.00									
V (%)	6.02									
H - 1 (mm)	78.00	81.00	80.00	81.00	82.00	84.00	85.00	83.00	81.00	82.00
H - 2 (mm)	80.00	83.00	80.00	82.00	83.00	81.00	82.00	83.00	85.00	82.00
H - 3 (mm)	82.00	82.00	82.00	80.00	85.00	81.00	80.00	82.00	84.00	83.00
H - 4 (mm)	84.00	84.00	81.00	79.00	80.00	80.00	82.00	84.00	81.00	81.00
H promedio (mm)	81.00	82.50	80.75	80.50	82.50	81.50	82.25	83.00	82.75	82.00
H Prom. (mm)	81.88									
H nominal (mm)	90.00									
V (%)	9.03									

% Dosific.	LADRILLO PATRÓN									
DIMENSIONES										
# / CÓDIGO	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10
L - 1 (mm)	216.00	217.00	216.00	216.00	218.00	220.00	214.00	219.00	221.00	218.00
L - 2 (mm)	219.00	218.00	217.00	217.00	218.00	217.00	215.00	221.00	219.00	219.00
L - 3 (mm)	218.00	216.00	218.00	218.00	219.00	219.00	218.00	218.00	217.00	216.00
L - 4 (mm)	216.00	219.00	219.00	219.00	220.00	221.00	216.00	217.00	218.00	220.00
L promedio (mm)	217.25	217.50	217.50	217.50	218.75	219.25	215.75	218.75	218.75	218.25
L Prom. (mm)	217.93									
L nominal (mm)	240.00									
V (%)	9.20									
A - 1 (mm)	136.00	139.00	139.00	138.00	136.00	136.00	138.00	135.00	138.00	136.00
A - 2 (mm)	137.00	140.00	140.00	139.00	138.00	134.00	136.00	137.00	136.00	138.00
A - 3 (mm)	136.00	137.00	138.00	137.00	135.00	137.00	135.00	138.00	134.00	139.00
A - 4 (mm)	138.00	138.00	136.00	136.00	137.00	138.00	136.00	139.00	137.00	137.00
A promedio (mm)	136.75	138.50	138.25	137.50	136.50	136.25	136.25	137.25	136.25	137.50
A Prom. (mm)	137.10									
A nominal (mm)	150.00									
V (%)	8.60									
H - 1 (mm)	91.00	89.00	92.00	92.00	90.00	92.00	91.00	91.00	94.00	90.00
H - 2 (mm)	92.00	91.00	93.00	94.00	93.00	92.00	91.00	94.00	92.00	92.00
H - 3 (mm)	90.00	92.00	91.00	93.00	92.00	93.00	89.00	90.00	92.00	93.00
H - 4 (mm)	88.00	90.00	92.00	90.00	92.00	90.00	93.00	92.00	91.00	91.00
H promedio (mm)	90.25	90.50	92.00	92.25	91.75	91.75	91.00	91.75	92.25	91.50
H Prom. (mm)	91.50									
H nominal (mm)	100.00									
V (%)	8.50									

% Dosific.		LADRILLO CON 2.5 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL									
DIMENSIONES											
# / CÓDIGO	B - 1	B - 2	B - 3	B - 4	B - 5	B - 6	B - 7	B - 8	B - 9	B - 10	
L - 1 (mm)	222.00	223.00	221.00	222.00	222.00	221.00	221.00	220.00	221.00	220.00	
L - 2 (mm)	221.00	221.00	221.00	221.00	221.00	225.00	220.00	221.00	223.00	221.00	
L - 3 (mm)	223.00	221.00	224.00	223.00	221.00	220.00	223.00	224.00	223.00	222.00	
L - 4 (mm)	224.00	222.00	222.00	221.00	224.00	222.00	224.00	223.00	221.00	220.00	
L promedio (mm)	222.50	221.75	222.00	221.75	222.00	222.00	222.00	222.00	222.00	220.75	
L Prom. (mm)	221.88										
L nominal (mm)	240.00										
V (%)	7.55										
A - 1 (mm)	141.00	139.00	140.00	137.00	141.00	137.00	136.00	138.00	138.00	142.00	
A - 2 (mm)	140.00	139.00	140.00	138.00	142.00	138.00	138.00	135.00	140.00	141.00	
A - 3 (mm)	142.00	138.00	137.00	138.00	140.00	139.00	136.00	136.00	137.00	137.00	
A - 4 (mm)	141.00	140.00	141.00	139.00	137.00	138.00	137.00	138.00	138.00	136.00	
A promedio (mm)	141.00	139.00	139.50	138.00	140.00	138.00	136.75	136.75	138.25	139.00	
A Prom. (mm)	138.63										
A nominal (mm)	150.00										
V (%)	7.58										
H - 1 (mm)	92.00	91.00	93.00	92.00	91.00	93.00	92.00	93.00	92.00	90.00	
H - 2 (mm)	90.00	95.00	94.00	90.00	90.00	93.00	90.00	92.00	92.00	91.00	
H - 3 (mm)	92.00	92.00	90.00	91.00	93.00	92.00	92.00	93.00	89.00	89.00	
H - 4 (mm)	89.00	88.00	89.00	89.00	90.00	91.00	91.00	91.00	88.00	87.00	
H promedio (mm)	90.75	91.50	91.50	90.50	91.00	92.25	91.25	92.25	90.25	89.25	
H Prom. (mm)	91.05										
H nominal (mm)	100.00										
V (%)	8.95										

% Dosific.		LADRILLO CON 5 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL									
DIMENSIONES											
# / CÓDIGO	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5	C - 6	C - 7	C - 8	C - 9	C - 10	
L - 1 (mm)	221.00	221.00	221.00	221.00	224.00	224.00	220.00	223.00	225.00	224.00	
L - 2 (mm)	223.00	222.00	222.00	223.00	221.00	222.00	222.00	224.00	223.00	221.00	
L - 3 (mm)	225.00	224.00	223.00	223.00	225.00	225.00	224.00	221.00	222.00	224.00	
L - 4 (mm)	223.00	226.00	225.00	223.00	221.00	223.00	222.00	223.00	221.00	220.00	
L promedio (mm)	223.00	223.25	222.75	222.50	222.75	223.50	222.00	222.75	222.75	222.25	
L Prom. (mm)	222.75										
L nominal (mm)	240.00										
V (%)	7.19										
A - 1 (mm)	141.00	139.00	140.00	141.00	141.00	140.00	137.00	137.00	138.00	142.00	
A - 2 (mm)	140.00	138.00	139.00	140.00	142.00	138.00	139.00	140.00	139.00	141.00	
A - 3 (mm)	138.00	137.00	139.00	138.00	137.00	136.00	138.00	139.00	137.00	139.00	
A - 4 (mm)	136.00	135.00	137.00	136.00	139.00	135.00	138.00	138.00	136.00	138.00	
A promedio (mm)	138.75	137.25	138.75	138.75	139.75	137.25	138.00	138.50	137.50	140.00	
A Prom. (mm)	138.45										
A nominal (mm)	150.00										
V (%)	7.70										
H - 1 (mm)	90.00	91.00	93.00	92.00	93.00	91.00	90.00	90.00	89.00	91.00	
H - 2 (mm)	92.00	94.00	92.00	91.00	91.00	88.00	89.00	92.00	91.00	90.00	
H - 3 (mm)	93.00	91.00	90.00	89.00	90.00	93.00	92.00	91.00	80.00	88.00	
H - 4 (mm)	90.00	92.00	92.00	91.00	93.00	93.00	90.00	92.00	90.00	90.00	
H promedio (mm)	91.25	92.00	91.75	90.75	91.75	91.25	90.25	91.25	87.50	89.75	
H Prom. (mm)	90.75										
H nominal (mm)	100.00										
V (%)	9.25										

% Dosific.		LADRILLO CON 7.5 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL									
DIMENSIONES											
# / CÓDIGO	D - 1	D - 2	D - 3	D - 4	D - 5	D - 6	D - 7	D - 8	D - 9	D - 10	
L - 1 (mm)	223.00	221.00	221.00	224.00	221.00	221.00	224.00	220.00	221.00	225.00	
L - 2 (mm)	222.00	223.00	221.00	223.00	220.00	223.00	222.00	220.00	223.00	221.00	
L - 3 (mm)	220.00	222.00	220.00	220.00	224.00	224.00	222.00	224.00	224.00	221.00	
L - 4 (mm)	221.00	224.00	222.00	224.00	222.00	221.00	221.00	223.00	221.00	224.00	
L promedio (mm)	221.50	222.50	221.00	222.75	221.75	222.25	222.25	221.75	222.25	222.75	
L Prom. (mm)	222.08										
L nominal (mm)	240.00										
V (%)	7.47										
A - 1 (mm)	140.00	137.00	141.00	142.00	141.00	140.00	141.00	140.00	142.00	142.00	
A - 2 (mm)	141.00	139.00	143.00	144.00	142.00	140.00	139.00	141.00	138.00	141.00	
A - 3 (mm)	138.00	138.00	139.00	138.00	137.00	139.00	137.00	139.00	139.00	139.00	
A - 4 (mm)	140.00	139.00	138.00	139.00	140.00	138.00	139.00	138.00	140.00	137.00	
A promedio (mm)	139.75	138.25	140.25	140.75	140.00	139.25	139.00	139.50	139.75	139.75	
A Prom. (mm)	139.63										
A nominal (mm)	150.00										
V (%)	6.92										
H - 1 (mm)	90.00	93.00	91.00	93.00	91.00	92.00	91.00	89.00	88.00	90.00	
H - 2 (mm)	92.00	94.00	94.00	91.00	92.00	90.00	92.00	90.00	90.00	91.00	
H - 3 (mm)	93.00	92.00	93.00	89.00	89.00	89.00	87.00	87.00	92.00	90.00	
H - 4 (mm)	90.00	91.00	90.00	92.00	91.00	92.00	89.00	91.00	92.00	91.00	
H promedio (mm)	91.25	92.50	92.00	91.25	90.75	90.75	89.75	89.25	90.50	90.50	
H Prom. (mm)	90.85										
H nominal (mm)	100.00										
V (%)	9.15										

% Dosific.		LADRILLO CON 10 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL									
DIMENSIONES											
# / CÓDIGO	E - 1	E - 2	E - 3	E - 4	E - 5	E - 6	E - 7	E - 8	E - 9	E - 10	
L - 1 (mm)	224.00	218.00	221.00	222.00	222.00	223.00	221.00	220.00	223.00	222.00	
L - 2 (mm)	226.00	221.00	223.00	223.00	224.00	222.00	223.00	224.00	221.00	223.00	
L - 3 (mm)	223.00	220.00	220.00	220.00	223.00	223.00	220.00	221.00	222.00	220.00	
L - 4 (mm)	222.00	219.00	222.00	224.00	221.00	222.00	221.00	223.00	224.00	221.00	
L promedio (mm)	223.75	219.50	221.50	222.25	222.50	222.50	221.25	222.00	222.50	221.50	
L Prom. (mm)	221.93										
L nominal (mm)	240.00										
V (%)	7.53										
A - 1 (mm)	135.00	136.00	135.00	138.00	137.00	136.00	137.00	138.00	136.00	137.00	
A - 2 (mm)	136.00	139.00	136.00	138.00	139.00	138.00	137.00	135.00	135.00	138.00	
A - 3 (mm)	134.00	137.00	137.00	136.00	138.00	137.00	135.00	134.00	136.00	136.00	
A - 4 (mm)	137.00	138.00	138.00	137.00	137.00	136.00	136.00	136.00	137.00	139.00	
A promedio (mm)	135.50	137.50	136.50	137.25	137.75	136.75	136.25	135.75	136.00	137.50	
A Prom. (mm)	136.68										
A nominal (mm)	150.00										
V (%)	8.88										
H - 1 (mm)	90.00	88.00	88.00	92.00	91.00	90.00	88.00	90.00	89.00	91.00	
H - 2 (mm)	91.00	90.00	89.00	93.00	93.00	92.00	93.00	91.00	90.00	92.00	
H - 3 (mm)	93.00	90.00	90.00	93.00	93.00	91.00	90.00	89.00	91.00	91.00	
H - 4 (mm)	92.00	92.00	91.00	92.00	92.00	88.00	90.00	88.00	90.00	90.00	
H promedio (mm)	91.50	90.00	89.50	92.50	92.25	90.25	90.25	89.50	90.00	91.00	
H Prom. (mm)	90.68										
H nominal (mm)	100.00										
V (%)	9.33										

% Dosific.		LADRILLO CON 15 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL									
DIMENSIONES											
# / CÓDIGO	F - 1	F - 2	F - 3	F - 4	F - 5	F - 6	F - 7	F - 8	F - 9	F - 10	
L - 1 (mm)	217.00	216.00	216.00	223.00	221.00	221.00	218.00	220.00	223.00	222.00	
L - 2 (mm)	219.00	220.00	219.00	223.00	222.00	223.00	219.00	221.00	222.00	221.00	
L - 3 (mm)	218.00	218.00	218.00	221.00	223.00	223.00	221.00	222.00	221.00	220.00	
L - 4 (mm)	220.00	222.00	221.00	222.00	221.00	220.00	221.00	223.00	223.00	221.00	
L promedio (mm)	218.50	219.00	218.50	222.25	221.75	221.75	219.75	221.50	222.25	221.00	
L Prom. (mm)	220.63										
L nominal (mm)	240.00										
V (%)	8.07										
A - 1 (mm)	137.00	138.00	134.00	135.00	136.00	135.00	136.00	137.00	135.00	137.00	
A - 2 (mm)	135.00	139.00	136.00	136.00	136.00	135.00	139.00	135.00	137.00	136.00	
A - 3 (mm)	136.00	137.00	135.00	137.00	137.00	137.00	135.00	134.00	136.00	135.00	
A - 4 (mm)	138.00	136.00	137.00	136.00	135.00	138.00	138.00	136.00	138.00	137.00	
A promedio (mm)	136.50	137.50	135.50	136.00	136.00	136.25	137.00	135.50	136.50	136.25	
A Prom. (mm)	136.30										
A nominal (mm)	150.00										
V (%)	9.13										
H - 1 (mm)	89.00	91.00	86.00	91.00	88.00	86.00	88.00	89.00	90.00	91.00	
H - 2 (mm)	91.00	91.00	91.00	92.00	90.00	88.00	89.00	90.00	88.00	90.00	
H - 3 (mm)	91.00	90.00	92.00	90.00	91.00	90.00	92.00	91.00	87.00	92.00	
H - 4 (mm)	90.00	93.00	91.00	92.00	93.00	88.00	93.00	92.00	90.00	93.00	
H promedio (mm)	90.25	91.25	90.00	91.25	90.50	88.00	90.50	90.50	88.75	91.50	
H Prom. (mm)	90.25										
H nominal (mm)	100.00										
V (%)	9.75										

% Dosific.		LADRILLO CON 20 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL									
DIMENSIONES											
# / CÓDIGO	G - 1	G - 2	G - 3	G - 4	G - 5	G - 6	G - 7	G - 8	G - 9	G - 10	
L - 1 (mm)	217.00	220.00	220.00	220.00	219.00	223.00	221.00	219.00	219.00	219.00	
L - 2 (mm)	219.00	222.00	222.00	222.00	219.00	220.00	220.00	217.00	218.00	218.00	
L - 3 (mm)	220.00	219.00	220.00	219.00	218.00	221.00	224.00	219.00	220.00	221.00	
L - 4 (mm)	219.00	217.00	221.00	223.00	219.00	222.00	223.00	222.00	218.00	222.00	
L promedio (mm)	218.75	219.50	220.75	221.00	218.75	221.50	222.00	219.25	218.75	220.00	
L Prom. (mm)	220.03										
L nominal (mm)	240.00										
V (%)	8.32										
A - 1 (mm)	138.00	136.00	136.00	137.00	136.00	136.00	136.00	136.00	134.00	137.00	
A - 2 (mm)	141.00	137.00	137.00	137.00	137.00	137.00	135.00	134.00	136.00	139.00	
A - 3 (mm)	139.00	138.00	138.00	135.00	136.00	138.00	138.00	136.00	136.00	135.00	
A - 4 (mm)	137.00	138.00	136.00	136.00	138.00	135.00	135.00	137.00	137.00	136.00	
A promedio (mm)	138.75	137.25	136.75	136.25	136.75	136.50	136.00	135.75	135.75	136.75	
A Prom. (mm)	136.65										
A nominal (mm)	150.00										
V (%)	8.90										
H - 1 (mm)	90.00	90.00	89.00	88.00	89.00	89.00	88.00	91.00	89.00	88.00	
H - 2 (mm)	91.00	91.00	90.00	92.00	92.00	91.00	91.00	92.00	90.00	91.00	
H - 3 (mm)	92.00	89.00	89.00	91.00	88.00	90.00	92.00	93.00	92.00	92.00	
H - 4 (mm)	88.00	88.00	89.00	92.00	91.00	88.00	90.00	91.00	93.00	91.00	
H promedio (mm)	90.25	89.50	89.25	90.75	90.00	89.50	90.25	91.75	91.00	90.50	
H Prom. (mm)	90.28										
H nominal (mm)	100.00										
V (%)	9.72										

% Dosific.		LADRILLO CON 25 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL									
DIMENSIONES											
# / CÓDIGO	H - 1	H - 2	H - 3	H - 4	H - 5	H - 6	H - 7	H - 8	H - 9	H - 10	
L - 1 (mm)	218.00	219.00	219.00	220.00	216.00	217.00	220.00	219.00	218.00	218.00	
L - 2 (mm)	219.00	220.00	218.00	221.00	218.00	218.00	219.00	220.00	219.00	216.00	
L - 3 (mm)	220.00	218.00	220.00	218.00	220.00	220.00	221.00	218.00	223.00	219.00	
L - 4 (mm)	221.00	219.00	219.00	219.00	219.00	221.00	218.00	219.00	220.00	220.00	
L promedio (mm)	219.50	219.00	219.00	219.50	218.25	219.00	219.50	219.00	220.00	218.25	
L Prom. (mm)	219.10										
L nominal (mm)	240.00										
V (%)	8.71										
A - 1 (mm)	137.00	136.00	136.00	139.00	137.00	136.00	135.00	135.00	136.00	137.00	
A - 2 (mm)	139.00	138.00	137.00	140.00	139.00	137.00	136.00	136.00	135.00	139.00	
A - 3 (mm)	140.00	137.00	139.00	137.00	138.00	140.00	137.00	138.00	137.00	137.00	
A - 4 (mm)	138.00	139.00	140.00	138.00	137.00	135.00	136.00	135.00	136.00	136.00	
A promedio (mm)	138.50	137.50	138.00	138.50	137.75	137.00	136.00	136.00	136.00	137.25	
A Prom. (mm)	137.25										
A nominal (mm)	150.00										
V (%)	8.50										
H - 1 (mm)	90.00	90.00	89.00	92.00	89.00	90.00	89.00	90.00	90.00	89.00	
H - 2 (mm)	91.00	91.00	90.00	92.00	91.00	91.00	88.00	89.00	88.00	91.00	
H - 3 (mm)	92.00	89.00	88.00	89.00	90.00	89.00	90.00	90.00	91.00	90.00	
H - 4 (mm)	89.00	89.00	91.00	91.00	90.00	90.00	91.00	91.00	89.00	91.00	
H promedio (mm)	90.50	89.75	89.50	91.00	90.00	90.00	89.50	90.00	89.50	90.25	
H Prom. (mm)	90.00										
H nominal (mm)	100.00										
V (%)	10.00										

ANEXO 02.01.02 RESULTADOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL LADRILLO TRADICIONAL DE ARCILLA (COMÚN), DEL LADRILLO PATRÓN Y DE LOS LADRILLOS CON INCORPORACIÓN DE LODOS.

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific.		LADRILLO COMÚN		
MUESTRA	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
Común - 1	1.00	1.50	1.00	1.00
Común - 2	1.50	1.00	0.50	1.50
Común - 3	2.00	2.00	1.00	2.00
Común - 4	1.00	2.00	1.50	1.00
Común - 5	1.50	1.50	1.00	1.00
Común - 6	2.00	0.50	1.50	1.00
Común - 7	2.50	1.00	1.00	1.50
Común - 8	2.50	2.00	0.50	1.50
Común - 9	2.00	1.50	1.00	1.50
Común - 10	2.00	2.00	1.00	1.00
PROMEDIO	1.80	1.50	1.00	1.30

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific.	LADRILLO PATRÓN - A			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
MUESTRA	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
A-1	2.00	1.00	1.00	1.00
A-2	2.00	1.50	0.50	1.00
A-3	1.00	1.00	1.30	1.50
A-4	1.50	0.50	1.50	1.00
A-5	1.00	1.00	1.00	1.50
A-6	2.00	0.50	1.50	1.00
A-7	2.00	1.00	1.00	2.00
A-8	4.00	0.50	1.00	1.50
A-9	2.00	1.00	1.00	2.00
A-10	1.00	1.00	1.00	1.00
PROMEDIO	1.85	0.90	1.08	1.35

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific.	LADRILLO CON 2.5% DE LODO SECO - B			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
MUESTRA	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
B - 1	1.50	1.50	1.50	1.00
B - 2	0.50	1.00	1.50	1.50
B - 3	1.50	2.00	1.00	0.50
B - 4	2.00	2.00	1.50	1.00
B - 5	1.00	1.50	1.50	2.00
B - 6	1.50	2.00	1.50	1.00
B - 7	1.50	1.50	1.00	0.50
B - 8	1.00	0.50	1.50	1.50
B - 9	1.50	1.00	1.00	1.50
B - 10	2.00	1.00	1.00	1.00
PROMEDIO	1.40	1.40	1.30	1.15

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific.	LADRILLO CON 5% DE LODO SECO - C			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
MUESTRA	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
C - 1	2.00	1.50	2.00	1.00
C - 2	0.50	1.00	2.00	1.50
C - 3	1.00	2.00	2.00	1.00
C - 4	0.50	2.00	2.00	2.00
C - 5	1.50	1.50	2.00	0.50
C - 6	0.50	2.00	2.00	1.00
C - 7	1.50	2.50	1.50	1.50
C - 8	1.50	1.50	1.50	1.50
C - 9	1.50	2.00	1.50	0.50
C - 10	1.50	1.00	1.00	1.00
PROMEDIO	1.20	1.70	1.75	1.15

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific.	LADRILLO CON 7.5% DE LODO SECO - D			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
MUESTRA	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
D - 1	1.50	1.50	1.00	1.00
D - 2	0.50	1.00	1.50	1.50
D - 3	2.00	1.00	1.50	0.50
D - 4	2.00	2.00	1.50	1.00
D - 5	1.50	1.50	1.00	1.00
D - 6	1.50	0.50	1.50	2.00
D - 7	2.50	1.50	1.00	1.50
D - 8	1.00	1.00	1.00	1.50
D - 9	0.50	1.00	1.00	0.50
D - 10	1.50	2.00	1.00	1.00
PROMEDIO	1.45	1.30	1.20	1.15

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific.	LADRILLO CON 10% DE LODO SECO - E			
MUESTRA	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
E - 1	1.50	1.50	2.00	1.00
E - 2	1.00	1.00	2.00	1.50
E - 3	1.50	2.00	1.50	2.00
E - 4	0.50	2.00	1.00	1.00
E - 5	2.00	1.50	0.50	1.00
E - 6	1.00	1.50	1.00	0.50
E - 7	2.00	1.50	1.00	1.50
E - 8	0.50	3.00	0.50	1.50
E - 9	1.50	2.00	0.50	1.50
E - 10	2.00	2.00	2.00	1.00
PROMEDIO	1.35	1.80	1.20	1.25

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific.	LADRILLO CON 15% DE LODO SECO - F			
MUESTRA	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
F - 1	1.00	1.50	0.50	1.00
F - 2	1.00	1.00	1.00	1.50
F - 3	1.00	0.50	1.50	1.50
F - 4	0.50	2.00	0.50	1.00
F - 5	1.50	1.50	1.00	2.00
F - 6	1.50	2.00	1.00	1.00
F - 7	1.50	2.00	1.00	1.50
F - 8	1.50	1.50	1.00	1.50
F - 9	0.50	1.00	0.50	0.50
F - 10	1.00	2.00	1.00	1.00
PROMEDIO	1.10	1.50	0.90	1.25

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific.	LADRILLO CON 20% DE LODO SECO - G			
MUESTRA	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
G - 1	1.00	1.50	0.50	0.50
G - 2	0.50	1.00	0.50	1.50
G - 3	1.00	2.00	0.50	1.00
G - 4	1.50	2.00	1.00	1.00
G - 5	1.00	1.50	1.00	0.50
G - 6	1.50	3.50	1.00	1.00
G - 7	2.00	3.50	0.50	1.50
G - 8	2.00	3.00	0.50	1.00
G - 9	2.00	3.00	1.00	1.50
G - 10	1.50	2.00	1.00	1.00
PROMEDIO	1.40	2.30	0.75	1.05

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific.	LADRILLO CON 25% DE LODO SECO - H			
MUESTRA	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
H - 1	1.00	1.50	1.00	1.00
H - 2	0.50	1.00	1.00	1.50
H - 3	1.00	2.00	1.50	2.00
H - 4	0.50	2.00	1.50	1.00
H - 5	1.00	1.50	0.50	1.00
H - 6	1.00	1.50	0.50	1.00
H - 7	1.00	1.50	1.00	0.50
H - 8	0.50	2.00	2.00	2.00
H - 9	1.00	1.00	1.50	1.50
H - 10	1.00	2.00	1.00	1.00
PROMEDIO	0.85	1.60	1.15	1.25

ANEXO 02.01.03 RESULTADOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO
TRADICIONAL DE ARCILLA (COMÚN), DEL LADRILLO PATRÓN Y DE LOS
LADRILLOS CON INCORPORACIÓN DE LODOS.

ABSORCIÓN		LADRILLO COMÚN				
		Común - 1	Común - 2	Común - 3	Común - 4	Común - 5
# / CÓDIGO	% Dosific.					
Peso Seco (gr)		3041.00	2827.00	3072.00	2837.00	2852.00
Peso Saturado (gr) 24h		3661.00	3415.00	3696.00	3427.00	3395.00
Absorción (%)		20.39	20.80	20.31	20.80	19.04
Abs. En frío Mín. (%)		19.04				
Abs. En frío Máx. (%)		20.80				
Abs. En frío Prom (%)		20.27				

ABSORCIÓN		LADRILLO PATRÓN				
		A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
# / CÓDIGO	% Dosific.					
Peso Seco (gr)		4301.00	4320.00	4246.00	4260.00	4278.00
Peso Saturado (gr) 24h		5141.00	5001.00	4981.00	5037.00	5014.00
Absorción (%)		19.53	15.76	17.31	18.24	17.20
Abs. En frío Mín. (%)		15.76				
Abs. En frío Máx. (%)		19.53				
Abs. En frío Prom (%)		17.61				

ABSORCIÓN		LADRILLO CON 2.5 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
		B - 1	B - 2	B - 3	B - 4	B - 5
# / CÓDIGO	% Dosific.					
Peso Seco (gr)		4284.00	4240.00	4340.00	4334.00	4276.00
Peso Saturado (gr) 24h		5141.00	5001.00	4981.00	5037.00	5014.00
Absorción (%)		20.00	17.95	14.77	16.22	17.26
Abs. En frío Mín. (%)		14.77				
Abs. En frío Máx. (%)		20.00				
Abs. En frío Prom (%)		17.24				

% Dosific.		LADRILLO CON 5 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
ABSORCIÓN						
# / CÓDIGO	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5	
Peso Seco (gr)	4142.00	4178.00	4094.00	4322.00	4234.00	
Peso Saturado (gr) 24h	5121.00	4976.00	4951.00	5002.00	4974.00	
Absorción (%)	23.64	19.10	20.93	15.73	17.48	
Abs. En frío Mín. (%)	15.73					
Abs. En frío Máx. (%)	23.64					
Abs. En frío Prom (%)	19.38					

% Dosific.		LADRILLO CON 7.5 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
ABSORCIÓN						
# / CÓDIGO	D - 1	D - 2	D - 3	D - 4	D - 5	
Peso Seco (gr)	4150.00	4232.00	4106.00	4252.00	4078.00	
Peso Saturado (gr) 24h	5101.00	4961.00	4941.00	4997.00	4974.00	
Absorción (%)	22.92	17.23	20.34	17.52	21.97	
Abs. En frío Mín. (%)	17.23					
Abs. En frío Máx. (%)	22.92					
Abs. En frío Prom (%)	19.99					

% Dosific.		LADRILLO CON 10 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
ABSORCIÓN						
# / CÓDIGO	E - 1	E - 2	E - 3	E - 4	E - 5	
Peso Seco (gr)	4252.00	4253.00	4209.00	4202.00	4163.00	
Peso Saturado (gr) 24h	5050.00	5031.00	5017.00	4989.00	5020.00	
Absorción (%)	18.77	18.29	19.20	18.73	20.59	
Abs. En frío Mín. (%)	18.29					
Abs. En frío Máx. (%)	20.59					
Abs. En frío Prom (%)	19.11					

% Dosific.		LADRILLO CON 15 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
ABSORCIÓN						
# / CÓDIGO	F - 1	F - 2	F - 3	F - 4	F - 5	
Peso Seco (gr)	4133.00	4103.00	4111.00	4197.00	4123.00	
Peso Saturado (gr) 24h	4953.00	4980.00	4958.00	5048.00	4969.00	
Absorción (%)	19.84	21.37	20.60	20.28	20.52	
Abs. En frío Mín. (%)	19.84					
Abs. En frío Máx. (%)	21.37					
Abs. En frío Prom (%)	20.52					

ABSORCIÓN		LADRILLO CON 20 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
		G - 1	G - 2	G - 3	G - 4	G - 5
# / CÓDIGO	% Dosific.					
Peso Seco (gr)		4068.00	4148.00	4106.00	4082.00	4015.00
Peso Saturado (gr) 24h		4880.00	4985.00	4932.00	4934.00	4889.00
Absorción (%)		19.96	20.18	20.12	20.87	21.77
Abs. En frío Mín. (%)		19.96				
Abs. En frío Máx. (%)		21.77				
Abs. En frío Prom (%)		20.58				

ABSORCIÓN		LADRILLO CON 25 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
		H - 1	H - 2	H - 3	H - 4	H - 5
# / CÓDIGO	% Dosific.					
Peso Seco (gr)		4175.00	3956.00	4014.00	3972.00	4055.00
Peso Saturado (gr) 24h		5055.00	4795.00	4882.00	4819.00	4910.00
Absorción (%)		21.08	21.21	21.62	21.32	21.09
Abs. En frío Mín. (%)		21.08				
Abs. En frío Máx. (%)		21.62				
Abs. En frío Prom (%)		21.26				

ANEXO 02.01.04 RESULTADOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DEL LADRILLO TRADICIONAL DE ARCILLA (COMÚN), DEL LADRILLO PATRÓN Y DE LOS LADRILLOS CON INCORPORACIÓN DE LODOS.

SUCCIÓN		LADRILLO COMÚN				
		Común - 1	Común - 2	Común - 3	Común - 4	Común - 10
# / CÓDIGO	% Dosific.					
Peso Seco (gr)		3022.00	2811.00	3051.00	2816.00	3000.00
Peso Saturado (gr) 3mm		3124.00	2894.00	3130.00	2923.00	3100.00
Área (cm ²)		254.71	253.85	249.38	253.58	251.16
Succión (gr/min)		80.09	65.39	63.36	84.39	79.63
S min. (gr/min)		63.36				
S máx. (gr/min)		84.39				
S Prom. (gr/min)		74.57				

SUCCIÓN		LADRILLO PATRÓN				
		% Dosific.				
# / CÓDIGO		A-1	A-2	A-3	A-4	A-10
Peso Seco (gr)		4392.00	4284.00	4253.00	4249.00	4263.00
Peso Saturado (gr) 3mm		4482.00	4349.00	4352.00	4318.00	4329.00
Área (cm2)		297.09	301.24	300.69	299.06	298.59
Succión (gr/min)		60.59	43.16	65.85	46.14	44.21
S min. (gr/min)		43.16				
S máx. (gr/min)		65.85				
S Prom. (gr/min)		51.99				

SUCCIÓN		LADRILLO CON 2.5 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
		% Dosific.				
# / CÓDIGO		B - 1	B - 2	B - 3	B - 4	B - 10
Peso Seco (gr)		4354.00	4291.00	4272.00	4199.00	4405.00
Peso Saturado (gr) 3mm		4504.00	4436.00	4412.00	4347.00	4545.00
Área (cm2)		313.73	308.23	309.69	306.02	310.80
Succión (gr/min)		95.63	94.08	90.41	96.73	90.09
S min. (gr/min)		90.09				
S máx. (gr/min)		96.73				
S Prom. (gr/min)		93.39				

SUCCIÓN		LADRILLO CON 5 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
		% Dosific.				
# / CÓDIGO		C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 10
Peso Seco (gr)		4272.00	4181.00	4143.00	4180.00	4276.00
Peso Saturado (gr) 3mm		4379.00	4304.00	4290.00	4332.00	4416.00
Área (cm2)		309.41	306.41	309.07	308.72	311.29
Succión (gr/min)		69.16	80.28	95.13	98.47	89.95
S min. (gr/min)		69.16				
S máx. (gr/min)		98.47				
S Prom. (gr/min)		86.60				

SUCCIÓN		LADRILLO CON 7.5 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
		% Dosific.				
# / CÓDIGO		D - 1	D - 2	D - 3	D - 4	D - 10
Peso Seco (gr)		4138.00	4193.00	4150.00	4110.00	4133.00
Peso Saturado (gr) 3mm		4279.00	4304.00	4290.00	4232.00	4296.00
Área (cm2)		309.55	307.61	309.95	313.52	310.45
Succión (gr/min)		91.10	72.17	90.34	77.83	105.01
S min. (gr/min)		72.17				
S máx. (gr/min)		105.01				
S Prom. (gr/min)		87.29				

SUCCIÓN		LADRILLO CON 10 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
		% Dosific.				
# / CÓDIGO		E - 1	E - 2	E - 3	E - 4	E - 10
Peso Seco (gr)		4199.00	4194.00	4193.00	4174.00	4115.00
Peso Saturado (gr) 3mm		4359.00	4304.00	4322.00	4332.00	4240.00
Área (cm2)		303.18	301.81	302.35	305.04	306.49
Succión (gr/min)		105.55	72.89	85.33	103.59	81.57
S mín. (gr/min)		72.89				
S máx. (gr/min)		105.55				
S Prom. (gr/min)		89.79				

SUCCIÓN		LADRILLO CON 15 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
		% Dosific.				
# / CÓDIGO		F - 1	F - 2	F - 3	F - 4	F - 10
Peso Seco (gr)		4049.00	4146.00	4063.00	4070.00	4120.00
Peso Saturado (gr) 3mm		4181.00	4322.00	4205.00	4245.00	4295.00
Área (cm2)		298.25	301.13	296.07	302.26	301.58
Succión (gr/min)		88.52	116.89	95.92	115.79	116.06
S mín. (gr/min)		88.52				
S máx. (gr/min)		116.89				
S Prom. (gr/min)		106.64				

SUCCIÓN		LADRILLO CON 20 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
		% Dosific.				
# / CÓDIGO		G - 1	G - 2	G - 3	G - 4	G - 10
Peso Seco (gr)		4013.00	4087.00	4050.00	4045.00	3979.00
Peso Saturado (gr) 3mm		4173.00	4230.00	4163.00	4228.00	4186.00
Área (cm2)		303.52	301.26	301.88	301.11	299.14
Succión (gr/min)		105.43	94.93	74.87	121.55	138.40
S mín. (gr/min)		74.87				
S máx. (gr/min)		138.40				
S Prom. (gr/min)		107.04				

		LADRILLO CON 25 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
		H - 1	H - 2	H - 3	H - 4	H - 10
SUCCIÓN						
# / CÓDIGO	% Dosific.					
Peso Seco (gr)		3977.00	3937.00	3957.00	3921.00	3940.00
Peso Saturado (gr) 3mm		4133.00	4115.00	4142.00	4093.00	4128.00
Área (cm ²)		304.01	301.13	302.22	304.01	300.64
Succión (gr/min)		102.63	118.22	122.43	113.16	125.07
S mín. (gr/min)		102.63				
S máx. (gr/min)		125.07				
S Prom. (gr/min)		116.30				

ANEXO 02.01.05 RESULTADOS DEL ENSAYO DE PESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL LADRILLO TRADICIONAL DE ARCILLA (COMÚN), DEL LADRILLO PATRÓN Y DE LOS LADRILLOS CON INCORPORACIÓN DE LODOS.

PESO SECO (gramos)	LADRILLOS CON INCORPORACIÓN DE LODOS									
	CÓDIGO - #	COMÚN	PATRÓN A (0%)	B (2.5%)	C (5%)	D (7.5%)	E (10%)	F (15%)	G (20%)	H (25%)
	1	3132.00	4206.00	4160.00	4064.00	4042.00	3938.00	4028.00	3926.00	3875.00
	2	3204.00	4169.00	4252.00	4090.00	4041.00	4058.00	4087.00	4066.00	3849.00
	3	3005.00	4197.00	4173.00	4105.00	4075.00	4052.00	4005.00	3990.00	3781.00
	4	3053.00	4165.00	4336.00	4116.00	4150.00	4078.00	4067.00	3932.00	3798.00
	5	3102.00	4166.00	4234.00	4085.00	4080.00	3957.00	3980.00	3973.00	3886.00
	6	3041.00	4301.00	4284.00	4142.00	4150.00	4252.00	4133.00	4068.00	4175.00
	7	2827.00	4320.00	4240.00	4178.00	4232.00	4253.00	4103.00	4148.00	3956.00
	8	3072.00	4246.00	4340.00	4094.00	4106.00	4209.00	4111.00	4106.00	4014.00
	9	2837.00	4260.00	4334.00	4322.00	4252.00	4202.00	4197.00	4082.00	3972.00
	10	2852.00	4278.00	4276.00	4234.00	4078.00	4163.00	4123.00	4015.00	4055.00
PROMEDIO		3012.50	4230.80	4262.90	4143.00	4120.60	4116.20	4083.40	4030.60	3936.10

		Ladrillo Común	Ladrillo Patrón	Ladrillo con 2.5 % de lodo	Ladrillo con 5 % de lodo	Ladrillo con 7.5 % de lodo	Ladrillo con 10 % de lodo	Ladrillo con 15 % de lodo	Ladrillo con 20 % de lodo	Ladrillo con 25 % de lodo
DIMENSIONES										
# / CÓDIGO	% Dosific.	Común	A	B	C	D	E	F	G	H
L promedio (cm)		20.70	21.79	22.19	22.28	22.21	22.19	22.06	22.00	21.91
A promedio (cm)		12.22	13.71	13.86	13.85	13.96	13.67	13.63	13.67	13.73
H promedio (cm)		8.19	9.15	9.11	9.08	9.09	9.07	9.03	9.03	9.00

PESO POR UNIDAD DE VOLUMEN (gr / cm ³)	LADRILLOS CON INCORPORACIÓN DE LODOS								
	CÓDIGO - #	COMÚN	PATRÓN A (0%)	B (2.5%)	C (5%)	D (7.5%)	E (10%)	F (15%)	G (20%)
Peso Seco Prom. (gr)	3012.50	4230.80	4262.90	4143.00	4120.60	4116.20	4083.40	4030.60	3936.10
L promedio (cm)	20.70	21.79	22.19	22.28	22.21	22.19	22.06	22.00	21.91
A promedio (cm)	12.22	13.71	13.86	13.85	13.96	13.67	13.63	13.67	13.73
H promedio (cm)	8.19	9.15	9.11	9.08	9.09	9.07	9.03	9.03	9.00
PROMEDIO (gr /cm ³)	1.46	1.55	1.52	1.48	1.46	1.50	1.50	1.48	1.45

ANEXO 02.01.06 RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO TRADICIONAL DE ARCILLA (COMÚN), DEL LADRILLO PATRÓN Y DE LOS LADRILLOS CON INCORPORACIÓN DE LODOS.

RESISTENCIA	LADRILLO COMÚN				
	Común - 1	Común - 2	Común - 3	Común - 4	Común - 10
Carga Máx. Máquina (Kg)	13590.00	13961.00	12068.00	13229.00	10617.00
Carga Placa Metálica (Kg)	13.440	13.440	13.440	13.440	13.440
Carga total (Kg)	13603.44	13974.44	12081.44	13242.44	10630.44
Área (cm ²)	254.71	253.85	249.38	253.58	251.16
f'b (Kg/cm ²)	53.41	55.05	48.45	52.22	42.33
f'b Mín. (Kg/cm ²)	42.33				
f'b Máx. (Kg/cm ²)	55.05				
f'b Prom. (Kg/cm ²)	50.29				
δ	5.07				
f'b Prom. - δ (Kg/cm ²)	45.22				

% Dosific.		LADRILLO PATRÓN				
RESISTENCIA						
# / CÓDIGO	A-1	A-2	A-3	A-4	A-10	
Carga Máx. Máquina (Kg)	19255.00	18327.00	19233.00	14897.00	12726.00	
Carga Placa Metálica (Kg)	13.440	13.440	13.440	13.440	13.440	
Carga total (Kg)	19268.44	18340.44	19246.44	14910.44	12739.44	
Área (cm ²)	297.09	301.24	300.69	299.06	298.59	
f'b (Kg/cm ²)	64.86	60.88	64.01	49.86	42.66	
f'b Mín. (Kg/cm ²)	42.66					
f'b Máx. (Kg/cm ²)	64.86					
f'b Prom. (Kg/cm ²)	56.45					
δ	9.76					
f'b Prom. - δ (Kg/cm ²)	46.70					

% Dosific.		LADRILLO CON 2.5 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
RESISTENCIA						
# / CÓDIGO	B - 1	B - 2	B - 3	B - 4	B - 10	
Carga Máx. Máquina (Kg)	18327.00	17325.00	17701.00	18100.00	16500.00	
Carga Placa Metálica (Kg)	13.440	13.440	13.440	13.440	13.440	
Carga total (Kg)	18340.44	17338.44	17714.44	18113.44	16513.44	
Área (cm ²)	313.73	308.23	309.69	306.02	310.80	
f'b (Kg/cm ²)	58.46	56.25	57.20	59.19	53.13	
f'b Mín. (Kg/cm ²)	53.13					
f'b Máx. (Kg/cm ²)	59.19					
f'b Prom. (Kg/cm ²)	56.85					
δ	2.37					
f'b Prom. - δ (Kg/cm ²)	54.48					

% Dosific.		LADRILLO CON 5 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
RESISTENCIA						
# / CÓDIGO		C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 10
Carga Máx. Máquina (Kg)		18280.00	17900.00	17500.00	18200.00	17604.00
Carga Placa Metálica (Kg)		13.440	13.440	13.440	13.440	13.440
Carga total (Kg)		18293.44	17913.44	17513.44	18213.44	17617.44
Área (cm ²)		309.41	306.41	309.07	308.72	311.29
f'b (Kg/cm ²)		59.12	58.46	56.67	59.00	56.59
f'b Mín. (Kg/cm ²)		56.59				
f'b Máx. (Kg/cm ²)		59.12				
f'b Prom. (Kg/cm ²)		57.97				
δ		1.25				
f'b Prom. - δ (Kg/cm ²)		56.72				

% Dosific.		LADRILLO CON 7.5 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
RESISTENCIA						
# / CÓDIGO		D - 1	D - 2	D - 3	D - 4	D - 10
Carga Máx. Máquina (Kg)		16718.00	16919.00	16756.00	16854.00	17761.00
Carga Placa Metálica (Kg)		13.440	13.440	13.440	13.440	13.440
Carga total (Kg)		16731.44	16932.44	16769.44	16867.44	17774.44
Área (cm ²)		309.55	307.61	309.95	313.52	310.45
f'b (Kg/cm ²)		54.05	55.05	54.10	53.80	57.25
f'b Mín. (Kg/cm ²)		53.80				
f'b Máx. (Kg/cm ²)		57.25				
f'b Prom. (Kg/cm ²)		54.85				
δ		1.42				
f'b Prom. - δ (Kg/cm ²)		53.43				

% Dosific.		LADRILLO CON 10 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
RESISTENCIA						
# / CÓDIGO		E - 1	E - 2	E - 3	E - 4	E - 10
Carga Máx. Máquina (Kg)		12726.00	10528.00	10866.00	11246.00	11300.00
Carga Placa Metálica (Kg)		13.440	13.440	13.440	13.440	13.440
Carga total (Kg)		12739.44	10541.44	10879.44	11259.44	11313.44
Área (cm ²)		303.18	301.81	302.35	305.04	306.49
f'b (Kg/cm ²)		42.02	34.93	35.98	36.91	36.91
f'b Mín. (Kg/cm ²)		34.93				
f'b Máx. (Kg/cm ²)		42.02				
f'b Prom. (Kg/cm ²)		37.35				
δ		2.74				
f'b Prom. - δ (Kg/cm ²)		34.62				

% Dosific.		LADRILLO CON 15 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
RESISTENCIA						
# / CÓDIGO		F - 1	F - 2	F - 3	F - 4	F - 10
Carga Máx. Máquina (Kg)		10301.00	11741.00	10296.00	10173.00	9828.00
Carga Placa Metálica (Kg)		13.440	13.440	13.440	13.440	13.440
Carga total (Kg)		10314.44	11754.44	10309.44	10186.44	9841.44
Área (cm ²)		298.25	301.13	296.07	302.26	301.58
f'b (Kg/cm ²)		34.58	39.04	34.82	33.70	32.63
f'b Mín. (Kg/cm ²)		32.63				
f'b Máx. (Kg/cm ²)		39.04				
f'b Prom. (Kg/cm ²)		34.95				
δ		2.44				
f'b Prom. - δ (Kg/cm ²)		32.52				

% Dosific.		LADRILLO CON 20 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
RESISTENCIA						
# / CÓDIGO		G - 1	G - 2	G - 3	G - 4	G - 10
Carga Máx. Máquina (Kg)		8522.00	8065.00	11962.00	8820.00	10301.00
Carga Placa Metálica (Kg)		13.440	13.440	13.440	13.440	13.440
Carga total (Kg)		8535.44	8078.44	11975.44	8833.44	10314.44
Área (cm ²)		303.52	301.26	301.88	301.11	299.14
f'b (Kg/cm ²)		28.12	26.82	39.67	29.34	34.48
f'b Mín. (Kg/cm ²)		26.82				
f'b Máx. (Kg/cm ²)		39.67				
f'b Prom. (Kg/cm ²)		31.68				
δ		5.33				
f'b Prom. - δ (Kg/cm ²)		26.36				

% Dosific.		LADRILLO CON 25 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL				
RESISTENCIA						
# / CÓDIGO		H - 1	H - 2	H - 3	H - 4	H - 10
Carga Máx. Máquina (Kg)		8469.00	10711.00	9019.00	9427.00	8023.00
Carga Placa Metálica (Kg)		13.440	13.440	13.440	13.440	13.440
Carga total (Kg)		8482.44	10724.44	9032.44	9440.44	8036.44
Área (cm ²)		304.01	301.13	302.22	304.01	300.64
f'b (Kg/cm ²)		27.90	35.61	29.89	31.05	26.73
f'b Mín. (Kg/cm ²)		26.73				
f'b Máx. (Kg/cm ²)		35.61				
f'b Prom. (Kg/cm ²)		30.24				
δ		3.44				
f'b Prom. - δ (Kg/cm ²)		26.79				

ANEXO 02.01.07 RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN
POR FLEXIÓN DE VIGAS TRADICIONALES DE ARCILLA (PATRÓN) Y DE LAS
VIGAS CON INCORPORACIÓN DE LODOS.

RESISTENCIA	% Dosific.	VIGA PATRÓN	
		A-1	A-2
# / CÓDIGO		A-1	A-2
Carga Máx "P". Máquina (Kg)		357.00	---
Carga Máx "P" / 2 (Kg)		178.500	---
L promedio (cm)		47.83	---
L promedio / 3 (cm)		15.94	---
M (Kg - cm)		2845.59	---
SECCIÓN:			
A promedio (cm)		13.75	---
H promedio (mm)		13.73	---
c:		6.86	---
l:		2962.50	---
f'tr Calculado (Kg/cm ²)		6.59	---
f'tr Mín. (Kg/cm ²)		---	
f'tr Máx. (Kg/cm ²)		6.59	
f'tr Prom. (Kg/cm ²)		6.59	

RESISTENCIA	% Dosific.	VIGA CON 2.5 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL	
		B - 1	B - 2
# / CÓDIGO		B - 1	B - 2
Carga Máx "P". Máquina (Kg)		371.00	359.00
Carga Máx "P" / 2 (Kg)		185.500	179.500
L promedio (cm)		48.25	48.08
L promedio / 3 (cm)		16.08	16.03
M (Kg - cm)		2983.46	2876.49
SECCIÓN:			
A promedio (cm)		14.10	13.90
H promedio (mm)		14.15	14.00
c:		7.08	7.00
l:		3328.95	3178.47
f'tr Calculado (Kg/cm ²)		6.34	6.33
f'tr Mín. (Kg/cm ²)		6.33	
f'tr Máx. (Kg/cm ²)		6.34	
f'tr Prom. (Kg/cm ²)		6.34	

RESISTENCIA		% Dosific.	VIGA CON 5 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL	
			C - 1	C - 2
# / CÓDIGO			C - 1	C - 2
Carga Máx "P". Máquina (Kg)			470.00	450.00
Carga Máx "P" / 2 (Kg)			235.000	225.000
L promedio (cm)			48.70	48.23
L promedio / 3 (cm)			16.23	16.08
M (Kg - cm)			3814.83	3616.88
SECCIÓN:				
A promedio (cm)			13.88	14.00
H promedio (mm)			13.93	13.88
c:			6.96	6.94
l:			3122.03	3116.35
f'tr Calculado (Kg/cm2)			8.51	8.05
f'tr Mín. (Kg/cm2)			8.05	
f'tr Máx. (Kg/cm2)			8.51	
f'tr Prom. (Kg/cm2)			8.28	

RESISTENCIA		% Dosific.	VIGA CON 7.5 % DE LODO DE AGUA RESIDUAL	
			D - 1	D - 2
# / CÓDIGO			D - 1	D - 2
Carga Máx "P". Máquina (Kg)			447.00	435.00
Carga Máx "P" / 2 (Kg)			223.500	217.500
L promedio (cm)			48.15	48.28
L promedio / 3 (cm)			16.05	16.09
M (Kg - cm)			3587.18	3499.94
SECCIÓN:				
A promedio (cm)			13.98	13.98
H promedio (mm)			13.95	14.00
c:			6.98	7.00
l:			3161.50	3195.62
f'tr Calculado (Kg/cm2)			7.91	7.67
f'tr Mín. (Kg/cm2)			7.67	
f'tr Máx. (Kg/cm2)			7.91	
f'tr Prom. (Kg/cm2)			7.79	

ANEXO 02.02 FOTOS

ANEXO 02.02.01 FOTOS DE LOS ENSAYOS APLICADOS A LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL LADRILLO TRADICIONAL DE ARCILLA (COMÚN), DEL LADRILLO PATRÓN Y DE LOS LADRILLOS CON INCORPORACIÓN DE LODOS.



FOTO N°51, N°52, N°53 y N°54: Se eligió 10 unidades para posteriormente tomar nota del ancho, largo y alto en sus 4 esquinas para luego ser procesadas (INTINTEC 331.018).

**ENSAYO DE ALABEO DEL LADRILLO TRADICIONAL DE ARCILLA (COMÚN),
DEL LADRILLO PATRÓN Y DE LOS LADRILLOS CON INCORPORACIÓN DE
LODOS.**



FOTO N°55, N°56 y N°57: En las fotos se observa a los materiales (vernier y regla de 30 cm) los cuales han sido utilizados para el ensayo del alabeo en cada ladrillo (INTINTEC 331.018).

**ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO TRADICIONAL DE ARCILLA
(COMÚN), DEL LADRILLO PATRÓN Y DE LOS LADRILLOS CON
INCORPORACIÓN DE LODOS.**



FOTO N°58, N°59 y N°60. Se seleccionan 5 unidades para ensayar las cuales serán sumergidas en el agua por 24 horas para posteriormente sacarlas y tomar el peso de la unidad húmeda, finalmente estas unidades se dejan secar al intemperie o en el horno para volver a su estado en seco.

**ENSAYO DE SUCCIÓN DEL LADRILLO TRADICIONAL DE ARCILLA (COMÚN),
DEL LADRILLO PATRÓN Y DE LOS LADRILLOS CON INCORPORACIÓN DE
LODOS.**



FOTO N°61, N°62, N°63, N°64 y N°65 Se seleccionan 5 unidades para ensayar las cuales irán en una bandeja de metal y dos varillas de fierro lisos (en este caso se utilizó una superficie plana para controlar mejor los 3mm de vertido de agua) los ladrillos serán mojados por 1 min y posteriormente sacarlos del molde, se procederá a tomar el peso y procesar datos (INTINTEC 331.018).

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO TRADICIONAL DE ARCILLA (COMÚN), DEL LADRILLO PATRÓN Y DE LOS LADRILLOS CON INCORPORACIÓN DE LODOS (2.5, 5, 7.5, 10, 15, 20 Y 25%).



FOTO N°66, N°67, N°68 y N°69 Se seleccionan 5 unidades para ensayar en la máquina de presión, el ladrillo de arcilla es colocado entre las placas metálicas que se pondrán en ambas caras para la mejor distribución de las cargas, todo dato obtenido será procesado (INTINTEC 331.018).



FOTO N°70, N°71, N°72 y N°73: Se puede apreciar en las fotos como terminan las unidades o Ladrillos después de su rotura a Compresión. Además en la FOTO N° 73 (Muestra F – 15% de incorporación de lodo) se observa que a mayor contenido de incorporación el interior de estas unidades ya empieza a mostrar colores negreados, y esto debido a que la materia orgánica presente en las unidades se empiezan a fundir.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN DE VIGAS DE
ARCILLA (COMÚN), DE LA VIGA PATRÓN Y DE LAS VIGAS CON
INCORPORACIÓN DE LODOS (2.5%, 5% Y 7.5%).**



FOTO N° 74, N° 75, N° 76 y N° 77 Tomamos las 2 vigas prismáticas para ensayar en la máquina de presión que consiste básicamente en colocar la unidad o Viga de arcilla y en este caso por ser una longitud considerable se aplica la carga en los puntos tercios, con ello obtenemos la carga que nos muestra la máquina y todo dato obtenido será procesado (INTINTEC 331.017, 198).



FOTO N°78, N°79, N°80 y N°81: Podemos observar en las fotos como quedan las unidades o Vigas después de su rotura a Tracción por Flexión. Además en la FOTO N° 81 (Muestra D – 7.5% de incorporación de lodo) se observa que a mayor contenido de incorporación el interior de estas unidades ya empiezan a mostrar colores negreados, y esto debido a que la materia orgánica en el interior de las unidades se empiezan a fundir.

ANEXO 02.02.02 FOTOS DEL PERMISO DE PARTE DE EPSEL PARA TOMA DE MUESTRA DE ESTUDIO

Carta Remitida a EPSEL. S.A.



Chiclayo, 28 de mayo de 2019

CARTA N°067-2019-USAT-EICA

Señor
Ing. Arturo Colchado Bolívar
Gerente General
EPSEL.SA
Atención.-

Rfe: Ing. Rodolfo Romero Saenz
Gerente Operacional

Presente.-

De mi especial consideración:

Es grato expresarle mis saludos a nombre de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y desearle éxitos en su gestión al frente de su representada.

Al mismo tiempo, presentarle a la estudiante **LOZANO OLAYA, ANDERLY JEAN POOL**, con DNI **73642556**, de la escuela de Ingeniería **CIVIL AMBIENTAL**, quien se encuentra desarrollando su proyecto de tesis "Elaboración de Ladrillos Cerámicos Utilizando Lodos Sedimentados Generados en las Lagunas de Estabilización de EPSEL para la **Construcción de Muros de Albañilería**", que redundará en beneficio de la comunidad.

Por esta razón, les solicitamos le otorguen las facilidades, permisos y apoyo pertinentes, brindándole la información necesaria, así mismo poder acceder a la planta de Aguas Residuales de San José y realizar los estudios requeridos como: cantidad de sólidos en suspensión, alcalinidad, sulfatos, cloruros, pH, coliformes totales, fecales y además la toma de muestras de lodos secos para la continuidad de su proyecto.

Seguros de contar con su apoyo, nos suscribimos de Usted reiterando nuestro afán por trabajar mancomunadamente por el desarrollo y bienestar de la comunidad estudiantil.

Atentamente,




Ing. Aníbal Teodoro Díaz Orrego
DIRECTOR DE ESCUELA
Ingeniería Civil Ambiental

ESCUELA DE INGENIERÍA
CIVIL AMBIENTAL

Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo-Perú (074) 606200 - 606217 www.usat.edu.pe

Fuente: Galería Propia

Carta de Autorización de EPSEL S.A



**EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS
DE SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.**

**“ TRABAJAMOS PERMANENTEMENTE PARA LLEVARLE AGUA DE
LA MEJOR CALIDAD, CUIDELA NO LA DESPERDICIE ”**

Chiclayo, 05 de Junio 2019

OFICIO N° 120-2019- EPSEL S.A-GG/GO

ING. ANIBAL TEODORO DIAZ ORREGO
Director de Escuela Ingeniería Civil Ambiental
Av. San Josemaría Escrivá N° 855
Ciudad.-

ASUNTO : Respuesta al Documento de la Referencia


REF : Carta N° 67-2019-USAT-EICA (COD. 594702)

Tengo el agrado de dirigirme a Usted y a nombre de mi representada expresarle mi cordial saludo y en atención al documento de la referencia, donde da a conocer que el estudiante LOZANO OLAYA ANDERLY JEAN POOL, se encuentra desarrollando su proyecto de tesis "Elaboración de ladrillos cerámicos utilizando lodos sedimentados generados en las lagunas de estabilización de EPSEL para la construcción de Muros de Albañilería", motivo por lo cual solicita el permiso para acceder a la PTAR San José.

Al respecto, esta Gerencia da por aceptado lo solicitado exhortando que al término del estudio entregue una copia del proyecto final.

Sin otro particular hago propicia la oportunidad para expresarle mi especial consideración y estima.

Atentamente,


ING. MIGUEL FANZO NIQUEN
Gerente Operacional (e)



Adj (01 folio)

OFICINAS: Av. Carlos Castañeda Iparraguirre N° 100 - Av. Sáenz Peña N° 1860 (Planta de Agua Potable) Chiclayo
Telf.: 252291 (Central de Telefónica) - 253479 (G.G) - Gerencia Operacional Telf.: 254132
Gerencia Comercial - Av. Miguel Grau N° 451 - Telf.: 273609 (G.C.) - 235751 (Central Telefónica)
Emergencias: Telf.: 238363 - 326747 - 0-800-27092
Pág. Web: www.epsel.com.pe

Fuente: Galería Propia