



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



INFORME N° 05-2024-UNACH/UI/MAST

A : **Dr. Ing. Elmer Natividad Chávez Vásquez.**
Presidente del jurado de tesis FCI-UNACH.

ASUNTO : Constancia de Originalidad de Turnitin de HERMES ROJAS TIRAVANTI.

FECHA : Colpa Matara, 22 de enero del 2024.

REFERENCIA: i) Envío de tesis en digital en su versión final
ii) CARTA N° 03 - 2024 - EPIC - UNACH/ENCHV / conformidad por parte del presidente del jurado de tesis.
iii) INFORME N° 001-2024-UNACH/CEBN-JT / Conformidad por parte del secretario del jurado de tesis.
iv) Carta N° 001-2024- CRCR-EPIC/UNACH / Conformidad por parte del vocal del jurado de tesis

De mi mayor consideración

Es grato dirigirme a Usted para expresar mi saludo, y a la vez alcanzar la constancia de originalidad de TURNITIN de la tesis denominada: “**INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021**”, elaborado por el bachiller en ingeniería civil **HERMES ROJAS TIRAVANTI**, para continuar con sus trámites ante la UNACH.

Sin otro particular, es propicia la ocasión para reiterarle las muestras de mi distinguida consideración y estima.

Atentamente,

Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL
N.º 18732

Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH

CC.

Archivo

Adjunto:

- 1) Constancia de originalidad.
- 2) Reporte TURNITIN



Colpa Matara, 22 de enero del 2024.

C.O. N° 05-2024-UI-EPIC

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis titulado: **“INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021”**, elaborado por el bachiller en ingeniería civil: **HERMES ROJAS TIRAVANTI**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 14% excluyendo citas, bibliografía y fuentes que tengan menos de 10 palabras; por lo tanto, cumple con los criterios de evaluación de originalidad establecidos en el acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

Se expide la presente, en conformidad a la directiva antes mencionada, para los fines que estime pertinentes.

Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH

INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unach.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	2%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.ucv.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	ladrilleraeldiamante.com	1%
	Fuente de Internet	
5	www.repositorio.unach.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	1%
	Trabajo del estudiante	
7	Submitted to Universidad Andina del Cusco	<1%
	Trabajo del estudiante	
8	repositorio.unc.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	

9	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	<1 %
10	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
11	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	uia.brage.unit.no Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	gc.scalahed.com Fuente de Internet	<1 %
16	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
17	portal.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

20	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC Trabajo del estudiante	<1 %
21	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
23	www2.ed.gov Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	www.cuisine.com.ar Fuente de Internet	<1 %
27	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	alicia.concytec.gob.pe	

Fuente de Internet

<1 %

32

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1 %

33

www.theinsightpartners.com

Fuente de Internet

<1 %

34

repositorio.uancv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

35

repository.upb.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

36

Submitted to Universidad de Costa Rica

Trabajo del estudiante

<1 %

37

doku.pub

Fuente de Internet

<1 %

38

Submitted to Universidad Autonoma de Chile

Trabajo del estudiante

<1 %

39

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

<1 %

40

Submitted to Universidad TecMilenio

Trabajo del estudiante

<1 %

41

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

42

Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León

<1 %

43

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

<1 %

44

journalcps.com

Fuente de Internet

<1 %

45

Claudia Isabel Bas Bellver. "Desarrollo del proceso de obtención de polvos funcionales de uso alimentario a partir de residuos de las líneas de confección de hortalizas, caracterización funcional y evaluación de su respuesta a la digestión simulada in vitro", Universitat Politecnica de Valencia, 2023

Publicación

<1 %

46

go.gale.com

Fuente de Internet

<1 %

47

my.sterling.edu

Fuente de Internet

<1 %

48

repositorio.unitec.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

49

www.clubensayos.com

Fuente de Internet

<1 %

50

www.homecenter.com.co

Fuente de Internet

<1 %

51

alimentacionvegana.info

Fuente de Internet

<1 %

52	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
53	es.cdhd.wa.gov Fuente de Internet	<1 %
54	m.scirp.org Fuente de Internet	<1 %
55	onepetro.org Fuente de Internet	<1 %
56	rcnorandina.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
57	repositorio.autonoma.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
58	ricuc.cl Fuente de Internet	<1 %
59	transporttmsandlogisticstms.com Fuente de Internet	<1 %
60	web.fonade.gov.co Fuente de Internet	<1 %
61	www.acnur.org Fuente de Internet	<1 %
62	www.alfapublicaciones.com Fuente de Internet	<1 %
63	www.investigarmqr.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE
CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

HERMES ROJAS TIRAVANTI

Asesor:

Mg. Ing. JOSÉ LUIS SILVA TARRILLO

Chota – Perú

2023

**INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN
LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE
TECHO, CHOTA, 2021**

POR:

HERMES ROJAS TIRAVANTI

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título**

de

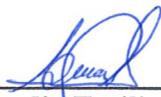
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR



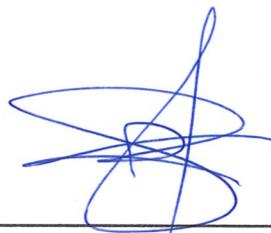
Dr. Ing. Elmer Natividad Chávez Vásquez

PRESIDENTE



Mg. Ing. Claudia Emilia Benavidez Núñez

SECRETARIO



Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del jurado de tesis que suscriben, reunidos en la sala de docentes de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería del campus universitario-Colpamatara, para escuchar y evaluar la sustentación presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil **Hermes Rojas Tiravanti**, denominado: **“INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021”**; escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

Aprobado

CON EL CALIFICATIVO (*)

Catorce (14)

En consecuencia, se le declara **EXPEDITO** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutivo., en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

Chota, 31 de enero del 2024



Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez
PRESIDENTE



Mg. Claudia Emilia Benavidez Núñez
SECRETARIO



Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
VOCAL



Mg. José Luis Silva Tarrillo
ASESOR

(*) De acuerdo al reglamento específico del proyecto y tesis de investigación de la EPIC, aprobada con Resolución de coordinación N° 141-2020, Artículo 21, cuya calificación es: (20 Summa Cum Laude); (18-19: Aprobado con excelencia); (15-17: Aprobado con mención honrosa); (12-14: Aprobado); (0-11: Desaprobado).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la Tesis denominada: **“INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021”**; presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil **Hermes Rojas Tiravanti** y sustentada el día de 31 de enero del 2024, por Resolución de Coordinación N°017-2024-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME**.

Chota, 04 de marzo del 2024

Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez
PRESIDENTE

Mg. Claudia Emilia Benavidez Núñez
SECRETARIO

Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
VOCAL

Mg. José Luis Silva Tarrillo
ASESOR

DEDICATORIA

El siguiente trabajo de tesis está dedicado especialmente a mis padres y hermano que gracias a sus esfuerzos he logrado culminar mis estudios, a todas las personas cercanas que me apoyaron durante todo este proceso de desarrollo del mismo gracias por toda su ayuda.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi universidad, gracias por haberme permitido formarme y en ella, gracias a todas las personas que fueron participes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad. Gracias a mis padres y hermano, que fueron mis mayores promotores durante este proceso, gracias a Dios, que fue mi principal apoyo y motivador para cada día continuar sin tirar la toalla.

Este es un momento muy especial que espero perdure en el tiempo, no sólo en la mente de las personas a quienes agradecí, sino también a quienes invirtieron su tiempo para revisar mi proyecto de tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.2. Formulación del problema	18
1.3. Justificación	18
1.4. Delimitación de la investigación.....	20
1.5. Limitaciones.....	20
1.6. Objetivos	21
1.6.1. Objetivo general.....	21
1.6.2. Objetivos específicos	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes	22
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	22
2.1.2. Antecedentes nacionales	25
2.1.3. Antecedentes regionales	27
2.2. Bases teórico – científicas	28
2.2.1. Ley de Fick	28
2.2.2. Teoría de resistencia, durabilidad absorción y retención de humedad de materiales compuestos con fibras vegetales	30
2.3. Marco conceptual	31
2.3.1. Residuos madereros	31
2.3.2. Aserrín	33
2.3.3. Aserrín de pino	34
2.3.4. Propiedades de los agregados aplicable al aserrín	36
2.3.5. Unidad de albañilería	38
2.3.6. Cobertura de techo	40
2.3.7. Ladrillo pastelero para cobertura de techo.....	41

2.3.8. Ladrillos de concreto cemento- aserrín.....	43
2.3.9. Propiedades de los ladrillos de concreto.....	47
2.3.10. Requisitos para la elaboración de los ladrillos de cobertura de techo	50
2.4. Hipótesis.....	51
2.5. Operacionalización de variables	51
2.5.1. Variable independiente Aserrín de pino	51
2.5.2. Variable dependiente : Ladrillos de concreto para cobertura de techo.....	51
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	54
3.1. Tipo y nivel de investigación	54
3.2. Diseño de investigación	55
3.3. Métodos de investigación.....	55
3.4. Población, muestra y muestreo	57
3.4.1. Población	57
3.4.2. Muestreo	57
3.4.3. Muestra	58
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	58
3.5.1. Técnicas de recolección de los datos	58
3.5.2. Instrumentos de recolección de los datos	60
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	62
3.6.1. Proceso de obtención de los datos	62
3.6.2. Procesamiento de datos.....	78
3.6.3. Análisis de datos	78
3.7. Aspectos éticos	79
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	80
4.1. Descripción de resultados.....	80
4.1.1. Propiedades físicas del aserrín de pino	80
4.1.2. Ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín de pino	82
4.1.3. Comparación técnica de los ladrillos pasteleros de concreto	102
4.2. Contratación de hipótesis.....	112
4.3. Discusión de resultados.....	119

CAPÍTULO V. PROPUESTA	126
5.1. Formulación de la propuesta para la solución del problema.....	126
5.1.1. Modelamiento arquitectónico	126
5.1.2. Pre dimensionamiento de la vivienda	128
5.1.3. Modelamiento estructural	129
5.1.4. Análisis sísmico estático y dinámico	131
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	136
6.1. Conclusiones	136
6.2. Recomendaciones y/o sugerencias	137
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS	138
CAPÍTULO VIII. ANEXOS.....	147
Anexo A. Matriz de consistencia.....	147
Anexo B. Panel fotográfico	148
Anexo C. Tablas estadísticas	159
Anexo D. Fichas técnicas	161
Anexo E. Análisis de costos económicos	167
Anexo F. Análisis estático y dinámico de la edificación.....	168
Anexo G. Resultado de ensayos de laboratorio	169
Anexo H. Certificados	170
Anexo I. Planos	171

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Volumen de Residuos Generados de Acuerdo al Tipo de Aserradero (m ³ /año).....	32
Tabla 2	Características y Propiedades del Aserrín	33
Tabla 3	Características del Aserrín de Pino	35
Tabla 4	Dimensiones y Pesos de los Ladrillos	39
Tabla 5	Tamaños Estándar de Ladrillos Pasteleros	42
Tabla 6	Matriz de Operacionalización de Variables	53
Tabla 7	Resumen del Diseño DOE.....	58
Tabla 8	Número de Ladrillos de Concreto según Dosificación de Aserrín.....	58
Tabla 9	Fuentes, Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos	61
Tabla 10	Ubicación de Algunas Carpinterías de Chota 2022.....	64
Tabla 11	Cuantía de Materiales para 1 m ³ de Concreto	68
Tabla 12	Cuantía de Materiales para 1 ladrillo Cemento: Aserrín, con R a/c de 0.50	68
Tabla 13	Propiedades Físicas del Aserrín	81
Tabla 14	Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín.....	82
Tabla 15	Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín	83
Tabla 16	Absorción del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín	84
Tabla 17	Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín	85
Tabla 18	Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:2 Cemento: Aserrín.....	86
Tabla 19	Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:2 Cemento: Aserrín	87
Tabla 20	Absorción del Ladrillo Pastelero 1:2 Cemento: Aserrín	88
Tabla 21	Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:2 Cemento: Aserrín	89
Tabla 22	Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín.....	90
Tabla 23	Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín	91
Tabla 24	Absorción del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín	92
Tabla 25	Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín	93
Tabla 26	Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín.....	94
Tabla 27	Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín	95
Tabla 28	Absorción del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín	96
Tabla 29	Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín	97
Tabla 30	Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín.....	98
Tabla 31	Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín	99
Tabla 32	Absorción del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín	100
Tabla 33	Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín	101
Tabla 34	Variación Dimensional en Ladrillos Pasteleros Cemento: Aserrín.....	102

Tabla 35	Alabeo en Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín	103
Tabla 36	Peso en Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín	104
Tabla 37	Absorción en Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín	105
Tabla 38	Resistencia a la Rotura en Ladrillos Pasteleros Cemento: Aserrín	106
Tabla 39	Costo de los Ladrillos Pasteleros Cemento: Aserrín	107
Tabla 40	Propiedades Geométricas, Físicas y Mecánicas de los Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín	109
Tabla 41	Ventajas y Limitaciones de los Ladrillos Pasteleros Comerciales	111
Tabla 42	Ventajas y Limitaciones de los Ladrillos Pasteleros Cemento: Aserrín.....	111
Tabla 43	Correlación de Pearson entre la Proporción de Aserrín y las Propiedades de los Ladrillos de Concreto Cemento: Aserrín.....	112
Tabla 44	Prueba t-student para Absorción de los Ladrillos de Concreto Cemento: Aserrín...	115
Tabla 45	Prueba t-student para Peso de los Ladrillos de Concreto Cemento: Aserrín.....	116
Tabla 46	Prueba t-student para Resistencia a la Rotura de los Ladrillos de Concreto Cemento: Aserrín.....	117
Tabla 47	Datos para el Análisis Estadístico	118
Tabla 48	Parámetro de Control de Densidad de Muros	129
Tabla 49	Metrado de Cargas del Primer Piso de la Edificación	130
Tabla 50	Metrado de Cargas del Segundo Piso de la Edificación.....	130
Tabla 51.	Criterios fijados para la valorización de los índices cualitativos del impacto ambiental para los residuos industriales.....	159
Tabla 52	Producción de madera aserrada en el Perú en el 2021 en m ³	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ladrillo Pastelero como Cobertura del Techo de una Edificación	16
Figura 2	Representación de Ley de Difusión de Fick	28
Figura 3	Aplicación de Ley de Fick a Ladrillos Pasteleros de Cemento: Aserrín	29
Figura 4	Tipos de Residuos Madereros.....	32
Figura 5	Árboles de Pino.....	34
Figura 6.	Tipos de Ladrillos	38
Figura 7	Tipos de Materiales para Cobertura de Techo	40
Figura 8	Ladrillo Pastelero.....	41
Figura 9	Medición de las Dimensiones del Ladrillo Pastelero.....	47
Figura 10	Medición del Alabeo del Ladrillo Pastelero	48
Figura 11	Medición de la Resistencia a Flexión	49
Figura 12	Tipo de Investigación según Criterios	54
Figura 13	Diseño de Investigación.....	56
Figura 14	Dimensiones de los Ladrillos de Concreto con Cemento: Aserrín.	57
Figura 15	Mapa de Ubicación de Chota.....	62
Figura 16	Proceso de Realización de Ensayos Físicos al Aserrín.....	65
Figura 17	Vista del Molde para Producción de Ladrillos Pasteleros	69
Figura 18	Ensayo de Asentamiento de la Mezcla de Concreto.....	70
Figura 19	Moldeo de los Ladrillos Pasteleros.....	70
Figura 20	Desmoldado, Curado y Secado de Ladrillos de Cemento: Aserrín	71
Figura 21	Variación Dimensional de los Ladrillos Pasteleros de Techo	72
Figura 22	Alabeo de los Ladrillos Pasteleros de Techo	73
Figura 23	Absorción de los Ladrillos Pasteleros de Techo.....	75
Figura 24	Resistencia a Carga de Rotura de los Ladrillos Pasteleros de Techo.....	76
Figura 25	Curva Granulométrica del Aserrín.....	81
Figura 26	Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín	82
Figura 27	Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín.....	83
Figura 28	Absorción del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín.....	84
Figura 29	Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín.....	85
Figura 30	Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:2 Cemento: Aserrín	86
Figura 31	Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:2 Cemento: Aserrín.....	87
Figura 32	Absorción del Ladrillo Pastelero 1:2 Cemento: Aserrín.....	88
Figura 33	Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:2 Cemento: Aserrín.....	89
Figura 34	Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín	90

Figura 35	Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín.....	91
Figura 36	Absorción del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín.....	92
Figura 37	Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín.....	93
Figura 38	Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín	94
Figura 39	Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín.....	95
Figura 40	Absorción del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín.....	96
Figura 41	Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín.....	97
Figura 42	Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín	98
Figura 43	Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín.....	99
Figura 44	Absorción del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín.....	100
Figura 45	Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín.....	101
Figura 46	Variación Dimensional en Ladrillos Pasteleros Cemento: Aserrín	102
Figura 47	Alabeo en Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín.....	103
Figura 48	Peso en Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín.....	104
Figura 49	Absorción en Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín.....	105
Figura 50	Resistencia a la Rotura en Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín	106
Figura 51	Costo de los Ladrillos Pasteleros Cemento: Aserrín.....	107
Figura 52	Correlograma entre la Proporción de Aserrín y las Propiedades de los Ladrillos de Concreto Cemento: Aserrín.....	113
Figura 53	Regresión entre la Proporción de Aserrín y la Absorción de los Ladrillos de Concreto Cemento: Aserrín	113
Figura 54	Regresión entre la Proporción de Aserrín y el Peso de los Ladrillos de Concreto Cemento: Aserrín	114
Figura 55	Regresión entre la Proporción de Aserrín y el Peso de los Ladrillos de Concreto Cemento: Aserrín	114
Figura 56	Prueba de Normalidad de la Resistencia a la Rotura de Ladrillos de Concreto Cemento: Aserrín.....	117
Figura 57	Vivienda Unifamiliar con Cobertura de Ladrillo Pastelero	126
Figura 58	Vista en Planta del Primer Nivel de la Vivienda Unifamiliar con Cobertura de Ladrillo Pastelero	127
Figura 59	Vista 3D de la Vivienda Unifamiliar con Cobertura de Ladrillo Pastelero	128
Figura 60	Modelo en Planta de la Estructura Dibujada en ETABS	129
Figura 61	Asignación de Carga Viva en el Techo.	131
Figura 62	Primer Modo de Vibración: Traslación, en X.....	132
Figura 63	Segundo Modo de Vibración: Traslación.	132
Figura 64	Tercer Modo de Vibración: Rotación.	133

Figura 65 Desplazamiento Absoluto de la Estructura por Carga de Sismo en Dirección X =0.41 mm	133
Figura 66 Desplazamiento Absoluto de la Estructura por Carga de Sismo en Dirección Y =0.11 mm	134
Figura 67 El desplazamiento Relativo (deriva) en la dirección X	134
Figura 68 El desplazamiento Relativo (deriva) en la Dirección Y.....	135

RESUMEN

El aserrín es un residuo industrial obtenido como subproducto del aserrado de madera, pero que puede utilizarse en la producción de concreto más ligero con igual capacidad mecánica. Por lo que, el objetivo de la investigación fue evaluar la influencia técnica de la incorporación de aserrín de pino en ladrillos de concreto para cobertura de techo de acuerdo a la NTP 331.041 (INACAL, 2017), Chota. Se fabricaron 100 ladrillos pasteleros de concreto de dimensiones 25 cm de lado y 3 cm de espesor para cobertura de techo, elaborados con cemento: aserrín de pino en dosificaciones 1:1, 1:2, 1:3 y 1:4, más una dosificación adecuada determinada a partir de las pruebas iniciales; determinando que, los ladrillos pasteleros de concreto cemento – aserrín de pino cumplen con no superar el alabeo máximo (6 mm); mientras que, los ladrillos con 1:4 cemento: aserrín, cumplen con superar la absorción de 12%, pero no superan la resistencia a la rotura 7.5 kg/cm, por tanto, no cumplen con la NTP 331.041 (INACAL, 2017); en cambio, las mejores características mecánicas se alcanzan con los ladrillos pasteleros de concreto 1:3.5 de cemento: aserrín, siendo las ventajas de estos sobre los ladrillos pasteleros comerciales su ligereza, sostenibilidad, capacidad mecánica y bajo costo. Finalmente, se ha concluido que, la proporción de aserrín de pino influye en las propiedades técnicas: absorción, peso y resistencia a la rotura de los ladrillos pasteleros de concreto para cobertura de techo con coeficientes de correlación de Pearson de 0.879, -0.987 y -0.994, correspondientemente.

Palabras clave: ladrillo pastelero, concreto cemento: aserrín, absorción, resistencia a la rotura.

ABSTRACT

Sawdust is an industrial waste obtained as a by-product of wood sawing, but it can be used in the production of lighter concrete with equal mechanical capacity. Therefore, the objective of the research was to evaluate the technical influence of incorporating pine sawdust in concrete bricks for roof covering according to NTP 331.041 (INACAL, 2017), Chota. One hundred concrete pie bricks of dimensions 25 cm side and 3 cm thick were manufactured for roof covering, made with cement: pine sawdust in dosages 1:1, 1:2, 1:3 and 1: 4, plus an appropriate dosage determined from the initial tests; determining that, the pastel bricks of concrete cement - pine sawdust comply with not exceeding the maximum warping (6 mm); while, the bricks with 1:4 cement: sawdust, comply with exceeding the absorption of 12%, but do not exceed the breaking strength 7.5 kg/cm, therefore, they do not comply with NTP 331.041 (INACAL, 2017); instead, the best mechanical characteristics are achieved with 1:3.5 cement: sawdust concrete pie bricks, being the advantages of these over commercial pie bricks their lightness, sustainability, mechanical capacity and low cost. Finally, it has been concluded that, the proportion of pine sawdust influences the technical properties: absorption, weight and breaking strength of concrete roof covering pastel bricks with Pearson correlation coefficients of 0.879, -0.987 and -0.994, correspondingly.

Key words: pie brick, cement concrete: sawdust, absorption, breaking strength.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En las últimas décadas la industria de la construcción ha experimentado una creciente preocupación por el impacto ambiental de sus procesos. En este contexto, el progresivo interés en el análisis de las peculiaridades del concreto (Folagbade & Aluko, 2019), ha llevado al desarrollo de nuevos materiales sostenibles (Madrid et al., 2018), siendo uno de estos, el concreto cemento-aserrín (Pykin et al., 2019), un material que combina aserrín y cemento Portland para obtener una mezcla de alta resistencia, durabilidad y sostenibilidad.

El cemento aserrín presenta características similares a las del concreto convencional, tales como una alta resistencia a la compresión y durabilidad, pero, además, la incorporación del aserrín en la mezcla contribuye a reducir la cantidad de cemento utilizado, disminuyendo la liberación de CO₂ durante el proceso de fabricación (Pykin et al., 2019), pero dichas propiedades dependerán del origen del aserrín que se utilice en la producción de la mezcla.

El aserrín o polvo de madera, es un residuo industrial, obtenido como subproducto del corte, aserrado o molienda de madera (Ahmad et al., 2017), que en muchas partes del mundo es unido con el cemento, para ser utilizado como revestimiento, paneles de piso y pared (Abdul et al., 2016).

En Perú, los sembríos de pino se han convertido en una opción efectivamente ventajosa a corto plazo para obtener madera (Müller-Using et al., 2022), pero del 100% de la madera que ingresa a un aserradero el 50% se convierte en residuos (Trejo et al., 2017). Estos residuos no reciben una buena disposición

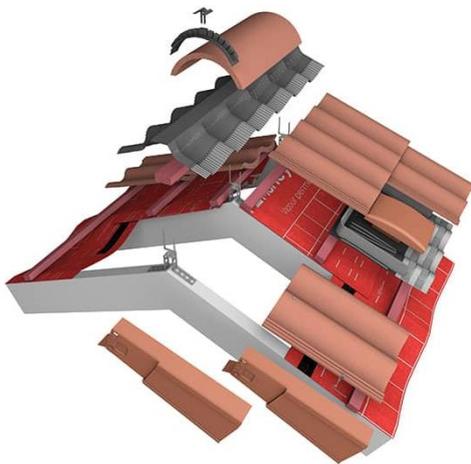
final, son incinerados, arrojados en chacras o dispuestos en botaderos, ignorando el beneficio que podrían generar en la construcción de edificaciones del país.

Las edificaciones de la región de Cajamarca, presentan fisuras, grietas y deformaciones en las losas de concreto armado por esfuerzos excesivos o no previstos (Díaz, 2014), no obstante, las deflexiones en losas, también pueden ser ocasionadas ante la erosión por lluvia en techos no cubiertos, y por el efecto de la intemperie, el deterioro de la calidad de las baldosas de techo y el sobrepeso de la cobertura del techo en superficies cubiertas (Yacob et al., 2022).

En climas lluviosos, el agua en combinación con otros factores de la intemperie, ocasionan la degradación superficial a interior de los techos no cubiertos o losas de concreto armado en la parte superior de las viviendas, por tanto, proteger la superficie de una losa es un método eficaz para resistir la intemperie (Liu et al., 2020). Siendo así, para proteger los techos es común en muchas regiones del país, utilizar ladrillo pastelero, sobre todo en edificaciones importantes como instituciones educativas (Lamadrid, 2019).

Figura 1

Ladrillo Pastelero como Cobertura del Techo de una Edificación



Nota: (Marley, 2016).

El ladrillo pastelero se caracteriza por su forma rectangular y su tamaño relativamente pequeño, puede producirse con arcilla cocina o concreto liviano, esta unidad ha remplazado a la teja, y es utilizado en la cobertura del techo de edificaciones, por su capacidad de proteger a la vivienda de las inclemencias del clima, su diseño escalonado evita la filtración de agua, lo que ayuda a prevenir filtraciones y la formación de humedad en el techo; además, gracias a su resistencia, son capaces de soportar cargas adicionales, como nevadas o fuertes vientos, sin sufrir daños estructurales (Turpo, 2021).

En Chota las condiciones climáticas marcadas por constantes y fuertes precipitaciones con mayor intensidad de octubre a mayo, obligan a los propietarios a proponer medidas de protección en la losa superior final de sus edificaciones según argumenta la Municipalidad Provincial de Chota (MPCH, 2018). Siendo así, en la construcción de losas macizas ocasionalmente se utiliza ladrillo de techo, ladrillo casetón o ladrillo pastelero para cubrir la losa y protegerla de la intemperie, según las necesidades de la edificación; no obstante, son producidos con arcilla cocida lo que, genera emisión de CO₂ al ambiente, limita las fuentes de materias primas (arcilla, arena) e incrementa su absorción, por lo que en ciudades con lluvias intensas el material se deterioraría con mayor rapidez (Asman et al., 2020), así mismo, estos productos son traídos desde la capital de la región Lambayeque; lo que involucra cuatro a seis horas de traslado a la ciudad de Chota, tiempo en el que las unidades pueden sufrir fisuras o agrietamientos que, mermen su resistencia de acuerdo a la NTP 331.041 “*Ladrillo para cobertura (pastelero)*” (INACAL, 2017).

Ante lo descrito, el interés en el uso de ladrillos de concreto cemento-aserrín para losas es inevitable (Dolmatov, 2017), debido a que este nuevo

material, podría reducir los problemas ambientales (Huda et al., 2019), alivianar la carga muerta (Bellido, 2018), disminuir el costo de construcción (Alí et al., 2019) y mantener la resistencia esperada (Ullah et al., 2020). No obstante, a pesar de los beneficios aparentes, que representa la elaboración de ladrillos de concreto con aserrín, para cobertura de techo, no existen investigaciones locales, nacionales o internacionales (Alí et al., 2019) que determinen mediante la experimentación la viabilidad técnica para la producción de ladrillo con cemento-aserrín. Por lo mismo se propuso la investigación “*Incorporación de aserrín de pino en ladrillos de concreto para cobertura de techo, Chota, 2021*”.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye la incorporación de aserrín de pino en ladrillos de concreto para coberturas de techo?

1.3. Justificación

El aporte científico de esta investigación yace en la incorporación de “aserrín de pino” como una nueva mezcla para fabricar ladrillos de concreto para cobertura de techo con las propiedades requeridas para su uso en la construcción, lo cual lo convierte en una tecnología sustentable acorde a la realidad de la zona. Por otra parte, el estudio puede ser utilizado como referencia para la elaboración de distintos proyectos e investigaciones. Su desarrollo genera base científica para que posteriormente la población de Chota dé un uso sustentable y sostenible al aserrín proporcionando su reconvención en nuevos materiales útiles.

La investigación surge del interés a crear nuevas tecnologías que sean más eficientes, en relación a las ya existentes. La incorporación de aserrín de pino en la fabricación de ladrillos pasteleros de concreto que cumplan con la NTP 331.041 (INACAL, 2017), figura como una nueva alternativa en la construcción de

ladrillos que sean utilizados para la cobertura de techos. A través de este aporte se puede obtener coberturas de techos más livianas, pero con igual capacidad de resistencia que los materiales utilizados anteriormente en la construcción. Siendo una alternativa innovadora para la población beneficiaria (consumidores), personas que utilicen ladrillo pastelero como elemento de construcción de sus techos, así mismo, se llena el vacío del conocimiento científico, considerando que, a local no hay investigaciones sobre la producción de ladrillos cemento – aserrín de pino.

Así mismo, fabricar ladrillos que estén compuestos en parte con material biodegradable, representa una alternativa sustentable, debido a que se estaría contribuyendo a reducir la sobreexplotación de los recursos naturales (agregados pétreos) y aprovechado aquellos que en muchos de los casos son descartados como residuos no re aprovechables, como es el caso del aserrín de pino. Huda et al. (2019) señala el concreto de aserrín no tiene un alcance peligroso para la salud del consumidor, esto se debe a que el polvo utilizado es el desecho de la madera, y el material particulado se queda envuelto dentro de la matriz del concreto, por lo que deberían existir investigaciones técnicas que verifiquen su uso en otros materiales de construcción.

En resumen, la investigación sobre la incorporación de aserrín de pino en ladrillos de concreto para la cobertura de techos se justifica en base a su potencial para mejorar la sostenibilidad, reducir el peso, mejorar las propiedades físicas frente a la intemperie, y mantener la resistencia mecánica de los techos contruidos con estos materiales, debido que, a pesar que, el aserrín de pino no es un material estructuralmente resistente, su incorporación en los ladrillos de

concreto puede contribuir a acrecentar su modulo a elasticidad logrando mayor resistencia a las cargas de aplicadas en techos por la lluvia, nieve o viento.

1.4. Delimitación de la investigación

En Chota se han elaborado ladrillos pasteleros de dimensiones 25 cm de lado y 3 cm de espesor, para cobertura de techo, que sirva como elemento de protección del piso final, frente a las condiciones climáticas, como lluvia o sol, para ello se han utilizado mezclas de cemento: aserrín de pino en dosificaciones 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 y una dosificación adecuada, con cemento portland tipo I de la marca Pacasmayo y aserrín de pino obtenido a partir de las carpinterías de la ciudad de Chota, que trabajan con madera de pino. Los ensayos al material adicionante (aserrín de pino) y al producto terminado (ladrillos de cobertura de techo) se ha realizado en el laboratorio GSE de la ciudad de Chota, con la finalidad de verificar si los ladrillos de concreto cumplen con los requisitos geométricos, físicos y mecánicos de la NTP 331.041 (INACAL, 2017). Siendo así, la aplicabilidad de la investigación se da como material de protección de terrazas o del techo plano o inclinado, frente a temperaturas extremas, lluvia, nieve, viento y/o sol, e incluso puede servir como ladrillo de aligerado en losas livianas acrecentando su espesor a 15 cm.

1.5. Limitaciones

No se tiene una mezcla base de cemento: arena o cemento: arena: aserrín, se ha remplazo en su totalidad la arena por aserrín para la producción de ladrillos pasteleros de concreto para cobertura de techo. No obstante, los ladrillos pasteleros de cemento: aserrín se han comparado con la NTP 331.041 (INACAL, 2017) y con los ladrillos pasteleros comerciales disponibles en el mercado comercial de la ciudad de Chota.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar la influencia técnica de la incorporación de aserrín de pino en ladrillos de concreto para cobertura de techo de acuerdo a la NTP 331.041 (INACAL, 2017), Chota.

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas del aserrín de pino, para su uso como agregado fino.
- Analizar la variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia a la rotura de los ladrillos de concreto cemento – aserrín de pino hechos con proporciones 1:1, 1:2, 1:3 y 1:4 en volumen, para determinar la(s) dosificación(es) que cumpla(n) con la NTP 331.041 (INACAL, 2017).
- Comparar técnicamente las ventajas y limitaciones de los ladrillos pasteleros comerciales con los ladrillos de concreto, cemento – aserrín de pino, en Chota.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

Batool et al. (2021) tuvieron como objetivo determinar la eficacia del aserrín de residuos de madera para producir materiales de concreto de baja a mediana resistencia. Las mezclas de concreto preparadas reemplazando agregados finos con aserrín en una proporción del 10% al 60% se evalúan en cuanto a resistencia a la compresión, tracción y flexión junto con la resistencia a los sulfatos durante cuatro períodos de hidratación diferentes. El aserrín de diámetro 0.40 mm tiene una alta capacidad de absorción y baja gravedad específica; así mismo, los resultados experimentales y la comparación de costos revelan que la sustitución del diez por ciento de aserrín es un reemplazo óptimo y de bajo costo de los agregados finos naturales con respecto a las propiedades endurecidas, ya que produce un mejor rendimiento en comparación con las otras proporciones de reemplazo. Además, se ha descubierto que la inmersión en sulfato durante un período de 28 días mejora la resistencia a la compresión, incluso para mezclas con mayor contenido de aserrín.

Omar et al. (2020) tuvieron como objetivo determinar los efectos del aserrín y las cenizas volantes como parte del reemplazo del cemento en términos de propiedades mecánicas (resistencia a la compresión) y propiedades físicas (absorción de agua). Además, Este estudio también determina el porcentaje óptimo de sustitución del cemento por aserrín y cenizas volantes en materiales de construcción. Los porcentajes de aserrín y cenizas volantes utilizados en este estudio como cemento de reemplazo parcial son 5%, 10%, 15% y 20%. Los

resultados muestran que aumentar el porcentaje de la proporción de mezcla aumentará la tasa de absorción de agua y disminuirá la resistencia a la compresión. Además, la densidad y la resistencia a la compresión del hormigón celular liviano disminuirán a medida que aumente el porcentaje de cemento de reemplazo parcial. Según la especificación estándar JKR para obras de construcción a la que se hace referencia en Malasia, la resistencia mínima a la compresión del hormigón celular ligero permitida para bloques huecos es de 2.8 N/mm², cumpliendo con este criterio, por lo que, se pueden utilizar en losas aligeradas de viviendas.

Zwicky (2020) elaboró compuestos de cemento con hasta 60% de aserrín no tratado. Los resultados experimentales mostraron que la trabajabilidad y el desarrollo de la fuerza pueden mejorarse notablemente. El comportamiento mecánico puede duplicarse y el módulo elástico puede triplicarse, pero si se trata el aserrín con cal. Además, las comparaciones muestran que los concretos livianos alternativos desarrollados pueden ser económicamente competitivos.

Mwango et al. (2019) realizaron una revisión bibliográfica sobre las características de ingeniería y el posible aumento de la utilización de compuestos de aserrín en la construcción. concluye que sustituir parcialmente del 5% al 17% de la arena por aserrín, o sustituir el cemento por ceniza de aserrín en proporciones del 5% al 15% en las mezclas de hormigón puede producir hormigón estructural con resistencias a la compresión superiores a 20 MPa. La sustitución parcial del 10% al 30% de la arena utilizada en la fabricación de bloques y ladrillos por aserrín también puede producir ladrillos y bloques de aserrín con resistencias a la compresión superiores a 3 MPa. En conclusión, una mayor utilización de compuestos de aserrín en la construcción mitigará la posible contaminación ambiental del aserrín, conservará energía y reducirá los costos de eliminación.

Mangi et al. (2019) realizaron una revisión bibliográfica en las investigaciones de once países sobre el uso de aserrín en bloques de concreto. Determinó que la sustitución óptima de arena por aserrín fue del 20% alcanzando 15.9 N/mm² de resistencia a flexión, no obstante, al producir concreto cemento aserrín para las mezclas 1:1, 1:2 y 1:3 se obtuvo módulo elástico de 17100, 16400 y 11950 N/mm², la proporción adecuada es 1:4, que alcanza 6.45 MPa de resistencia a compresión, pero, para evitar la reducción de la resistencia del concreto se mezclaba el aserrín con cal incrementando la dosificación hasta 1:6. Concluyeron que, a mayor porcentaje de aserrín en el concreto menor resistencia a compresión y menor peso, a medida que aumenta la relación agua cemento de la mezcla, pero aun así, se puede utilizar viablemente en la construcción de edificios como unidades de mampostería liviana, tabiquería, losetas, entre otros.

Ahmed et al. (2018), produjeron concreto con diferentes dosis 0, 5, 10 y 15% de aserrín como reemplazo de arena. Los resultados mostraron que la densidad del concreto disminuyó mientras que la absorción de agua aumentó con el aumento en el porcentaje de aserrín. A los 28 días, el comportamiento mecánico de las formulaciones de aserrín en concreto de peso normal y concreto liviano fue de más de 34 MPa y 21 MPa respectivamente y, por lo tanto, estos concretos se pueden usar para aplicaciones estructurales.

Garcés (2004) en su tesis “Hormigón de aserrín” tuvo como objetivo utilizar un material de desecho como el aserrín, para la elaboración de concreto, en dosificaciones 50/50, 60/40 y 40/60, previo estudio de sus características mecánicas, concluyeron que los bloques adquieren una resistencia a los 28 días de 9.26, 7.26 y 13.69 kg/cm², para concretos con 300 kg de cemento y dosificaciones de aserrín fino/grueso de 60/40, 40/60 y 50/50, respectivamente.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Cabanillas (2023) tuvo como objetivo determinar las propiedades del concreto $f'c$ 210 y 280 kg/cm² reemplazando la arena por aserrín de pinus spp al 0, 0.5, 1, 1.5 y 2%, determinando que, el concreto $f'c$ 210 kg/cm² alcanzaba 211.36, 212.55, 237.71, 202.13 y 201.45 kg/cm², respectivamente. Concluyó que, con 1% de pinus spp en el concreto se alcanza resistencias a compresión, flexión y tracción de 237.71 kg/cm², 4.88 MPa, 1.94 MPa de tracción, 208,142.89 kg/cm² de módulo de elasticidad, por lo que, se puede utilizar para fines no estructurales.

Huirma (2021) tuvo como objetivo elaborar bloques de concreto $f'c$ 100 kg/cm² de 0.4x 0.15 x 0.20 m con la adición de 0%, 5% y 10% aserrín de la madera cedro y caoba para su uso en edificaciones de Puno, obteniendo bloques con \pm 2% de variación dimensional promedio, 1.9 mm de alabeo promedio, y según dosificación 2.05, 2.75 y 3.07% de absorción, 102.60, 108.80 y 115.60 kg/cm² de resistencia a compresión, correspondientemente. Concluyó que, los bloques de concreto con aserrín pueden ser utilizados como elementos de albañilería debido a que cumplen con la capacidad mecánica.

Jaramillo & Sanchez (2021) tuvieron como objetivo utilizar cemento, arena y grava en proporciones 1:5:5, 1:4:4, 1:3:3 para producir concreto modificando con la adición de aserrín previamente tratado con 5% de cal, en dosificación del peso del cemento, obteniendo correspondientemente resistencias a compresión de 53.89, 58.09, 63.20 y 77.24 kg/cm² para la dosificación 1:5:5 con 0, 10, 20 y 30% de aserrín, 97.3, 106.3, 102.4 y 95.8 kg/cm² para 1:4:4 con 0, 10, 20 y 30%, 142.1, 154.8, 135.4 y 121.7 kg/cm² para 1:3:3 con 0, 10, 20 y 30%. Por lo que, concluyeron que, el aserrín tratado no mejora significativamente las propiedades mecánicas de la mezcla de concreto.

Cigüeñas (2020) tuvo como objetivo analizar la resistencia del concreto producido para una relación a/c 0.558 con cemento Pacasmayo Extraforte Rojo, arena y grava ½” de la cantera Lekersa con adición de 0, 0.5% y 1% de aserrín respecto al peso del cemento (0, 0.004 y 0.009 m³), alcanzando resistencias a compresión de 254.46, 292.03 y 259.34 kg/cm², correspondientemente, por lo que, concluyó que, el 0.5% de aserrín incrementaba la resistencia a compresión del concreto en 12%, mientras que, el 1% de aserrín solo logra un incremento de 1.8%, además disminuye el asentamiento en 20% y 40% correspondientemente.

Ramirez (2018) realizó ensayos de laboratorio a los especímenes suelo-cemento-aserrín, concluyendo que la resistencia a compresión simple de estas unidades es 69.67 kg/cm², similar a la sollicitación del ladrillo tipo II (70 kg/cm²).

Bellido (2018) realizó la caracterización de los agregados y la viruta de madera para concreto f'c 17.5 MPa con 0, 30, 60 y 90% de viruta. Concluyó que, al incorporar astillas de madera, el peso específico puede reducirse hasta máximo 71.26% y cumple con las especificaciones de resistencia a la compresión.

Díaz y Torres (2018) elaboraron cuatro lotes de bloques de concreto, cada uno de estos con un contenido de 0%, 25%, 50% y 75% de agregado reciclado, elaborado a partir de escombros. Los bloques de concreto fueron sometidos a ensayos de absorción, alabeo, compresión y variación dimensional. Llegaron a la conclusión que los cuatro lotes elaborados cumplen con los requerimientos estandarizados característicos del bloque de tipo NP, según la norma E.070.

Sánchez (2017) sustituyó arena por aserrín al 0, 10, 20, 30, 40, 50% para elaborar bloques portantes de concreto 70 kg/cm², concluyendo que el diseño óptimo para muros portantes y no portantes se dio al 30 y 40% de sustitución respectivamente.

2.1.3. Antecedentes regionales

Pintado & Siesquen (2021) tuvieron como objetivo determinar las propiedades del concreto $f'c$ 210 kg/cm², adicionando aserrín de madera y ceniza de cascarilla de arroz al 0, 2, 5, 7, 10, 12 y 15% en San Ignacio, obteniendo resistencias a compresión de 103.87, 105.36, 96.36, 87.49, 74.45, 60.96 y 46.97 kg/cm² cuando se adiciona solo aserrín y 103.87, 108.09, 99.54, 87.78, 81.58, 76.65 y 69.56 kg/cm² cuando se adiciona solo ceniza. Concluyeron que, el concreto con 2% de aserrín y 2% de ceniza alcanza la mayor resistencia a flexión, compresión con 48.18 kg/cm² y 229.88 kg/cm², respectivamente, mientras que, el concreto base, tan solo alcanza 45.86 kg/cm² y 217.76 kg/cm², por tanto, el uso de los materiales residuales representa un incremento de 5 y 5.6% de la resistencia del concreto base.

Rodríguez (2022) tuvo como objetivo elaborar ladrillos para losas aligeradas con aserrín, PET, cemento adicionado ICo y agua gris con relación a/c 1.92 en Cajamarca, determinando que, tiene asentamiento de $\frac{3}{4}$ ", alcanzan resistencia a flexo tracción de 6.21 kg/cm², no eflorescente, con variación dimensional de -1.6 mm, alabeo 1.8 mm, y absorción mayor a 30% por lo que, concluyó que, no cumple con la NTP 331.017 (INACAL, 2017).

Alvarez (2022) tuvo como objetivo determinar la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² con adición de 5%, 10% y 15% de polvo de madera reciclado y 200 ml aditivo reductor de agua en Cajamarca, obteniendo resistencias a compresión de 117.7, 78.0 y 21.7 kg/cm², correspondientemente, por lo que, concluyó que, a mayor porcentaje de polvo de madera menor resistencia a compresión del concreto a pesar de que se utiliza aditivo reductor de agua, por ello, se debe utilizar para elementos no estructurales.

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. Ley de Fick

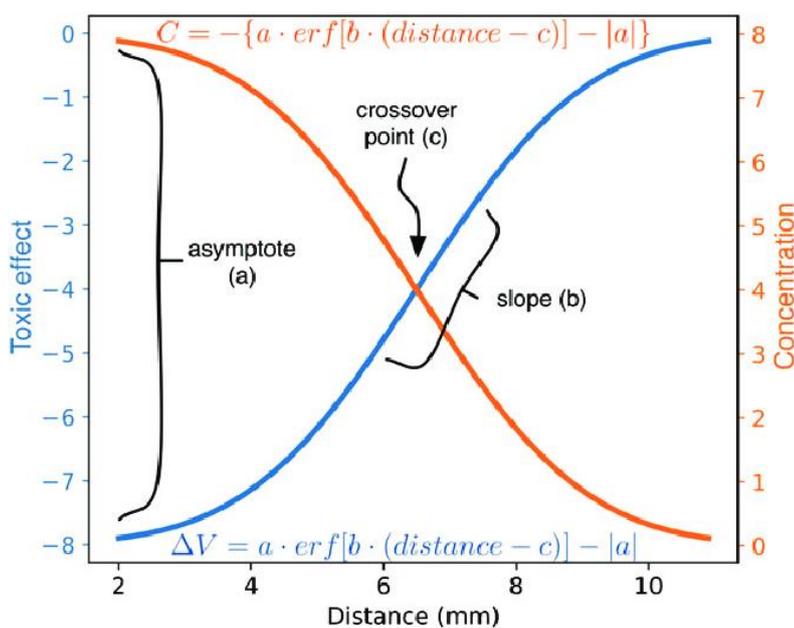
La ley de Fick formulada en 1855 establece que el flujo de difusión es inversamente proporcional a la distancia (Δx) y directamente proporcional al coeficiente de difusión (D) y al gradiente de concentración (ΔC). Esto significa que cuanto mayor sea la diferencia de concentración entre dos puntos del medio y cuanto mayor sea la capacidad de difusión del medio, mayor será el flujo de difusión. Matemáticamente, puede expresarse por: (Barrera et al., 2008)

$$J = -D \times (\Delta C / \Delta x) \quad (1)$$

Donde: J es el flujo de difusión de la sustancia a través del medio, D es el coeficiente de difusión, que representa la capacidad del medio para permitir la difusión de la sustancia, ΔC representa el gradiente de concentración de la sustancia, es decir, la diferencia de concentración entre dos puntos del medio, Δx es la distancia a lo largo de la cual ocurre la difusión.

Figura 2

Representación de Ley de Difusión de Fick



Nota: (Fadda et al., 2019).

Esta ley describe la difusión de sustancias a través de un medio y puede ser aplicada para estudiar cómo los componentes del aserrín de pino, como los compuestos orgánicos y los aceites esenciales, pueden difundirse en la matriz de concreto y cómo esto puede afectar las propiedades y el comportamiento del material (Fombuena & Cardona, 2021). Aplicando la ecuación de Fick al comportamiento del aserrín en la mezcla de concreto, se puede considerar:

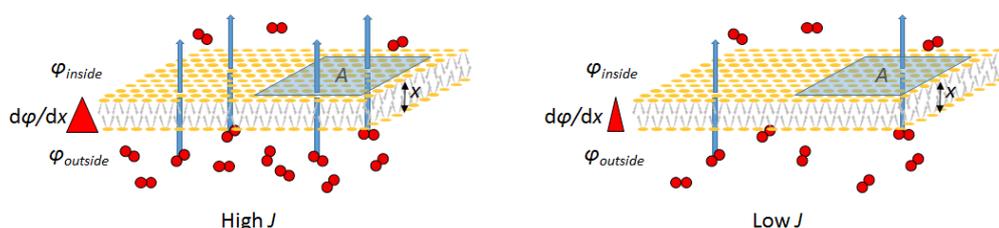
Aserrín en el cemento seco: En este caso, la concentración de aserrín en la mezcla de cemento es mayor en las regiones cercanas a donde se agregó el aserrín y disminuye a medida que se aleja. El gradiente de concentración dC/dx es positivo, lo que significa que el flujo de aserrín será del área de alta concentración hacia el área de baja concentración.

Aserrín en el cemento húmedo o endurecido: En esta etapa, el aserrín puede haber absorbido agua de la mezcla de cemento y su concentración puede haber cambiado. El flujo de masa de aserrín a través de la mezcla dependerá del gradiente de concentración actual y del coeficiente de difusión de la sustancia en la mezcla. El coeficiente de difusión dependerá de factores como la porosidad y densidad de la mezcla de cemento.

Mediante la aplicación de la Ley de Fick, se puede analizar cómo se distribuye y se desplaza el aserrín en la mezcla de cemento, lo que puede tener implicaciones en la resistencia y propiedades finales de los bloques de cemento producidos.

Figura 3

Aplicación de Ley de Fick a Ladrillos Pasteleros de Cemento: Aserrín



2.2.2. Teoría de resistencia, durabilidad absorción y retención de humedad de materiales compuestos con fibras vegetales

2.2.2.1. Teoría de la resistencia de los materiales

La teoría de materiales es una disciplina que se enfoca en comprender la relación entre la estructura interna de los materiales y sus propiedades. Esta teoría proporciona una base científica para el diseño y desarrollo de nuevos materiales con propiedades específicas, así como para la mejora de las propiedades de los materiales existentes (Mott et al., 2009). En el caso del estudio, esta teoría se aplica para evaluar la resistencia y la capacidad de carga del ladrillo de concreto modificado con aserrín de pino. Se pueden realizar pruebas y análisis para determinar la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y otras propiedades mecánicas del material.

2.2.2.2. Teoría de la absorción y retención de humedad

El aserrín de pino tiene una alta capacidad para absorber y retener la humedad, lo que puede impactar las propiedades higrotérmicas del ladrillo de concreto. Se pueden aplicar teorías y modelos de equilibrio de humedad para evaluar cómo la incorporación de aserrín afecta la absorción y retención de humedad del ladrillo (Sánchez, 2022).

2.2.2.3. Teoría de la durabilidad

La durabilidad es un aspecto fundamental en la construcción de techos, ya que estos están expuestos a condiciones climáticas adversas. Se pueden aplicar teorías de la durabilidad del concreto para evaluar la resistencia del ladrillo de concreto modificado con aserrín de pino a la degradación, la acción de agentes externos como la humedad, la radiación solar y el ataque de organismos vivos, como hongos e insectos (Rojas et al., 2021).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Residuos madereros

La industria maderera produce una gran cantidad de residuos, ya sea en forma de virutas, trozos de corteza o incluso restos de madera descartados durante la operación de corte y acabado. Los residuos madereros son aquellos desechos generados durante el proceso de transformación de la madera en diferentes productos y subproductos. Estos residuos incluyen troncos, ramas, astillas, aserrín, corteza y otros fragmentos de madera; tienen diferentes tamaños y características dependiendo del proceso de producción y del tipo de madera utilizado. Por tanto, es aquel subproducto que queda luego de que la materia prima (trozas con corteza en aserraderos o madera aserrada) se haya aprovechado (Álvarez et al., 2007, p. 27).

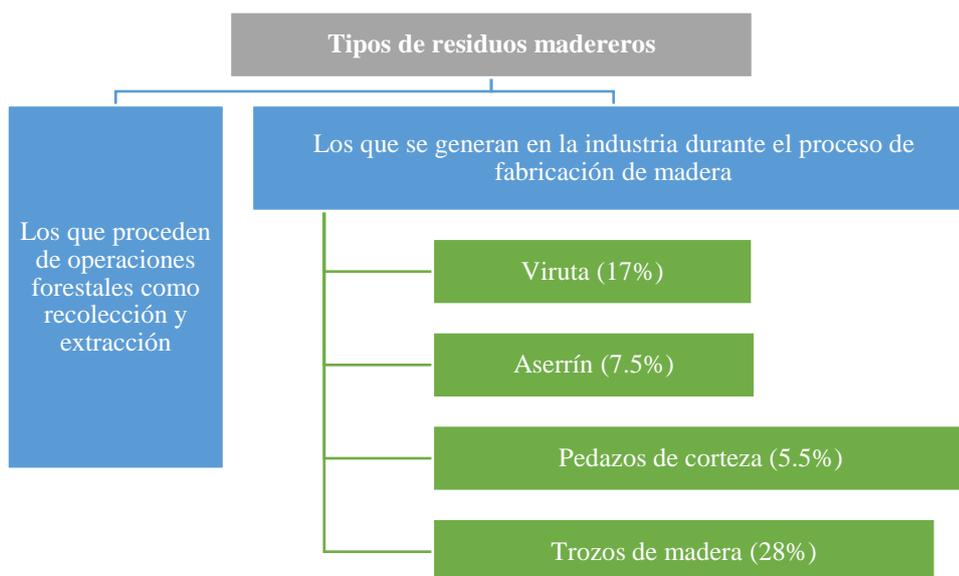
Estos residuos pueden tener diferentes destinos dependiendo de su calidad y características. Algunos pueden ser utilizados como biomasa para la generación de energía, tanto en forma de leña como de pellets o briquetas. Otros pueden ser utilizados como materia prima para la fabricación de productos como tableros de partículas o aglomerados. También es común su uso como materia prima en la industria del papel y cartón. La gestión adecuada de los residuos madereros es importante tanto desde el punto de vista ambiental como económico. La reutilización y reciclaje de estos residuos ayuda a reducir la tala de árboles y la demanda de materias primas, así como a minimizar la acumulación de desechos en vertederos (Godoy, 2020).

Los residuos madereros pueden ser clasificados en dos categorías principales: residuos primarios y residuos secundarios. Los residuos primarios son aquellos que se generan directamente durante la etapa de fabricación, como las astillas y el

aserrín. Los residuos secundarios, por otro lado, son aquellos generados durante el procesamiento posterior de la madera, como los recortes y sobrantes de madera (Villela, 2015).

Figura 4

Tipos de Residuos Madereros



Nota: (Ayala-Mendivil & Sandoval, 2018).

Tabla 1

Volumen de Residuos Generados de Acuerdo al Tipo de Aserradero (m³/año)

Tipo de aserradero	Tipo de residuos (m ³ /año)						Total	%
	Lampazo	Aserrín aserradero	Aserrín elaboración	Despunte	Viruta	Corteza		
Móvil portátil	42.850	9.783	0	0	0	10.124	62.757	1,1
Móvil tradicional	150.30	136.579	0	0	0	43.523	330.442	6,0
Subtotales móviles	193.190	146.362	0	0	0	53.648	393.200	7,1
Permanente tradicional	194.482	1.255.115	0	0	0	564.262	2013.86	36,3
Permanente c/remanufac.	10.825	794.392	81.580	271.935	190.354	365.756	1714.84	30,9
Permanente c/elaboración	213.346	614.775	94.570	37.388	151.752	308.918	1420.75	25,6
Subtotales permanentes	418.654	2664.281	176.150	309.323	342.106	1.238.936	5149.45	92,9
Total	611.844	2810.643	176.150	309.323	342.106	1.292.583	5542.65	100,0
%	11,0	50,7	3,2	5,6	6,2	23,3	100,0	

Nota: (Álvarez et al., 2007, p. 27).

2.3.2. Aserrín

El aserrín es un subproducto que se obtiene durante el proceso de corte o desgaste de la madera. Consiste en pequeñas partículas de madera que tienen forma de virutas o finas astillas. El tamaño de las partículas puede variar, pero generalmente es de menos de 6 mm de largo y 2 mm de espesor. El aserrín es un material de desecho que la madera produce mediante diferentes procesos, se divide en dos tipos de partículas: partículas finas y partículas gruesas, el resultado depende del tipo de mecanizado y aserrado (Barrena, 2016, p. 19). El aserrín se produce en una amplia variedad de maderas, como el pino, el roble, el abeto, el cedro, entre otras. Su color puede depender de la madera de la que proviene, siendo comúnmente de tonos marrones claros o amarillos. Se utiliza en diversas áreas debido a sus propiedades y características. En el ámbito de la construcción, el aserrín se utiliza como relleno térmico y aislante, ya que es un material ligero y tiene propiedades aislantes naturales.

Tabla 2

Características y Propiedades del Aserrín

Características	Pigmentación	
	Adherencia	
	Manipulación	
	Su estructura es principalmente de fibras de celulosa unidas con lignina.	50% de carbono (C) 42% de oxígeno (O) 6% de hidrógeno (H) 2% de nitrógeno (N)
	Resistencia	Su resistencia será máxima cuando la sollicitación sea paralela a la fibra
Propiedades	Densidad	Depende de su contenido de agua.
	Flexibilidad	Puede ser doblada por medio de calor, humedad, o presión.
	Dureza	Modifica mucho según el tipo de madera.
	Conductividad térmica	La madera seca se comporta como aislante calorífico.

Nota: (Barrera, 2016, p. 22).

2.3.3. *Aserrín de pino*

Los árboles de pino son pertenecientes al género *Pinus* y constituyen una especie de árboles coníferos que se encuentran en varias partes del mundo. Los pinos son árboles perennifolios con abundantes ramas, en la mayoría de los casos la disposición de los pinos produce una copa con un perfil piramidal cónico. Son conocidos por su crecimiento rápido, forma piramidal y agujas de hoja perenne. Existen diferentes especies de pino, incluyendo el pino blanco, pino ponderoso, pino rojo, entre otros, cada uno con características específicas. El pino es una madera muy utilizada en diversas industrias debido a sus propiedades específicas. Se caracteriza por ser resistente, duradero y fácil de trabajar. Tiene una textura recta y granulada, con un color que varía desde el amarillo pálido hasta el marrón rojizo. Troncos, ramas y hojas están rodeados por células dispuestas en canales que sintetizan y acumulan resina (García-Ortega & Belmonte, 2011).

Figura 5

Árboles de Pino



Nota: (García-Ortega & Belmonte, 2011, p. 140).

El aserrín de pino se refiere específicamente al subproducto que se obtiene al cortar o desgastar la madera de los árboles de pino. Al igual que el aserrín en general, consiste en pequeñas partículas de madera con forma de virutas o finas astillas, que pueden tener diferentes tamaños y texturas, dependiendo del método de corte o desgaste utilizado. Las características del aserrín de pino están determinadas por la madera de los árboles de pino utilizados. El color del aserrín de pino tiende a ser más claro que el de otras maderas, generalmente en tonos amarillos o marrones claros. También puede tener un aroma característico, debido a los compuestos naturales presentes en la madera de pino (Calatayud et al., 2006, p. 119).

Tabla 3

Características del Aserrín de Pino

Característica	Valor	Análisis de tamaños	
<i>Contenido de humedad (%)</i>	15.5	<i>Tamaño (mm)</i>	% en peso
<i>Densidad aparente (kg/m³)</i>	167	Mayor que 4	2.29
<i>Valor calórico (MJ/kg)</i>	17.86	15.5	2.32
<i>Análisis elemental (%/peso total)</i>		15.5	6.60
<i>C</i>	50.65	15.5	9.62
<i>H</i>	6.03	15.5	17.87
<i>N</i>	0.14	15.5	23.13
<i>O (por diferencia)</i>	43.18	Menor a 0.84	18.24

Nota: (Serret-Guasch et al., 2016, p. 3).

El aserrín de pino se utiliza en una amplia gama de aplicaciones. En la construcción, se utiliza como relleno térmico y aislante en paneles de madera contrachapada, tableros de partículas y otros productos de madera comprimida. Su alta capacidad de retención de calor y propiedades aislantes lo convierten en un material eficaz para mantener temperaturas estables en edificaciones, también se emplea como material de relleno en los paneles de techo (Serret-Guasch et al., 2016, p. 3).

2.3.4. *Propiedades de los agregados aplicable al aserrín*

Granulometría. El aserrín de pino puede clasificarse en diferentes tamaños, que varían desde partículas finas hasta fragmentos más gruesos. Por lo general, se suele clasificar en fracciones, como malla 4, malla 10, malla 20, etc., que indican la cantidad de partículas que pasan a través de una malla de tamaño específico. Se divide la muestra en dos grupos uno retenido en el tamiz de 2 mm (N° 10) y otra que pasa dicho tamiz, ambas fracciones se ensayaran por separado en tamices mecánicos o manuales (NTP 400.012, INACAL, 2021).

Contenido de humedad. El contenido de humedad del aserrín de pino puede variar en función de varios factores, como el clima en el que se encuentre, el tiempo que ha pasado desde que se generó y el proceso de secado al que se ha sometido. En general, el contenido de humedad puede oscilar entre el 8% y el 15%, aunque esto puede variar. El contenido de humedad es la división entre el peso del agua contenida en la muestra de suelo o agregado y el peso de la muestra seca (NTP 339.185, INACAL, 2021).

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100 \quad (2)$$

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100 \quad (3)$$

Dónde: W es el contenido de humedad, (%), Mcws es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos, Mcs es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos, Mc es el peso del contenedor, en gramos, Mw es el peso del agua, en gramos, Ms es el peso de las partículas sólidas, en gramos

Peso específico y absorción. El peso específico del aserrín de pino también puede variar según su densidad y contenido de humedad. En general, el peso específico del aserrín de pino se encuentra en el rango de 120-160 kg/m³. Así mismo, la capacidad de absorción del aserrín de pino es una de sus principales

características, debido a su estructura porosa, el aserrín de pino puede absorber y retener una gran cantidad de líquido, se estima que puede absorber hasta 3-4 veces su peso en agua. Para determinar el peso del agregado y la cantidad de agua que puede contener se aplican los siguientes cálculos: (NTP 400.022, INACAL, 2021)

$$Pe_m = \frac{W_0}{(V-V_a)} \times 100 \quad (4)$$

$$Pe_{sss} = \frac{500}{(V-V_a)} \times 100 \quad (5)$$

$$Pe_a = \frac{W_0}{(V-V_a)-(500-W_0)} \times 100 \quad (6)$$

$$A_b = \frac{500-W_0}{W_0} \times 100 \quad (7)$$

Dónde: Pem Peso específico de masa, Pesss Peso específico de masa saturado con superficie seca, Pea peso específico aparente, Ab absorción, Wo Peso en el aire de la muestra secada en el horno, g, V Volumen del frasco en cm³, Va Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida al frasco.

Peso unitario. El peso unitario suelto (P.U.S.) se refiere al peso del aserrín de pino sin compactar, generalmente seco. Este peso puede variar según la densidad y la granulometría del aserrín. Un valor común para el peso unitario suelto del aserrín de pino seco puede estar en el rango de 100-150 kg/m³, aunque esto puede variar. El peso unitario compactado (P.U.C.) se refiere al peso del aserrín de pino cuando se compacta o se presiona. Esto puede lograrse mediante la aplicación de presión o mediante la compactación mecánica. Es el peso que alcanza un determinado volumen unitario ya sea suelto o compactado (NTP 400.017, INACAL, 2020).

$$P. U. S. = \frac{\text{Peso del material suelto}}{\text{Volumen del recipiente}} \quad (8)$$

$$P. U. C. = \frac{\text{Peso del material compactado}}{\text{Volumen del recipiente}} \quad (9)$$

2.3.5. *Unidad de albañilería*

La unidad de albañilería se refiere a cada uno de los ladrillos o bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal, que pueden ser sólidos, huecos, alveolares o tubulares (MVCS, 2006). Principalmente, se emplea para la construcción de muros y techos (Astete et al., 2014). La unidad de albañilería de pared es cada uno de los elementos individuales usados para construir muros; estas unidades pueden ser ladrillos, bloques, piedras o cualquier otro material de albañilería; se utilizan para formar las capas de los muros, donde se disponen de manera ordenada y se unen mediante mortero. Mientras que, la unidad de albañilería de techo es cada uno de los elementos individuales utilizados para construir la cubierta o techo de una estructura; estas unidades pueden ser tejas, planchas, losas de concreto u otro material apropiado para la construcción de techos; las unidades de albañilería de techo se disponen de manera ordenada y se fijan mediante diferentes métodos, como clavos, tornillos o adhesivos, dependiendo del tipo de techo y el material. Ambas unidades cumplen funciones estéticas y estructurales en una edificación.

Figura 6.

Tipos de Ladrillos



Los ladrillos son unidades de forma rectangular, generalmente de arcilla cocida, que se utilizan para construir muros y estructuras, son huecos para permitir su manipulación y reducir su peso, lo que facilita su transporte y manejo durante la construcción. Los bloques son unidades similares a los ladrillos, pero de mayor

tamaño y sin huecos, pueden estar hechos de diferentes materiales como concreto, arcilla cocida u otros materiales de construcción (MVCS, 2006). En cuanto al tipo de ladrillos utilizados para muros y techos, existen diferentes opciones:

Ladrillos macizos: Son ladrillos sin perforaciones, utilizados principalmente para muros portantes (carga estructural) que requieren mayor resistencia y estabilidad.

Ladrillos huecos: Son ladrillos que presentan perforaciones o huecos en el sentido longitudinal. Se utilizan para la construcción de muros no portantes, como divisiones internas, donde no se requiere tanta resistencia estructural.

Ladrillos pasteleros: Estos ladrillos tienen una forma rectangular y dimensiones similares a los ladrillos tradicionales, pero se caracterizan por tener una altura de aproximadamente la mitad de un ladrillo común.

Tabla 4

Dimensiones y Pesos de los Ladrillos

Tipos	Dimensiones (cm)		Peso (kg c/u)
Ladrillos macizos	<i>Corriente</i>	24 × 11.5 × 6.00	3.10
	<i>Alto</i>	24 × 11.5 × 9.00	4.30
	<i>Ladrillón</i>	25 × 16 × 12	7.60
	<i>Pandereta</i>	25 × 12 × 10	
Ladrillos huecos	<i>2 huecos</i>	30 × 20 × 8	3.80
		40 × 20 × 12	7.15
	<i>3 huecos</i>	25 × 14 × 6	
		40 × 30 × 12	10.20
		40 × 20 × 20	12.00
	<i>4 huecos</i>	40 × 30 × 20	
		45 × 40 × 12	14.00
		25 × 12 × 10	3.10
		40 × 20 × 12	3.80
	<i>6 huecos</i>	40 × 30 × 12	
40 × 30 × 20		20.50	
Ladrillos pasteleros	20 × 20	1.60	
	25 × 25	2.50	

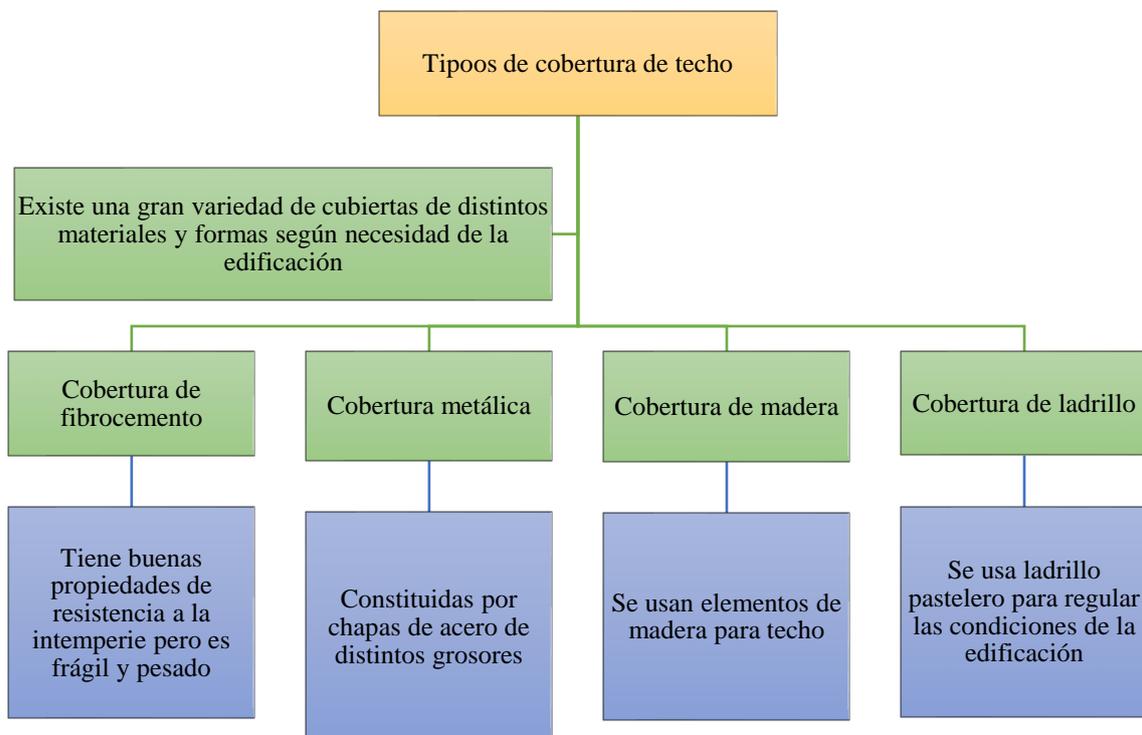
Nota: (Diaz et al., 2017).

2.3.6. Cobertura de techo

Denominado cubierta tiene como propósito la protección de condiciones atmosféricas y factores externos. Los componentes de la cubierta deben ser resistentes e impermeables (Cruz et al., 2012, p. 25). La cobertura de techo se refiere al material que se utiliza para proteger la estructura de un techo de las inclemencias del tiempo y otros factores externos. Este material suele ser resistente, duradero y resistente al agua, y puede variar en función del clima, el estilo arquitectónico y las preferencias del propietario. Algunos ejemplos comunes de cobertura de techo incluyen tejas de arcilla, láminas metálicas o ladrillo pastelero (Mayta, 2019).

Figura 7

Tipos de Materiales para Cobertura de Techo



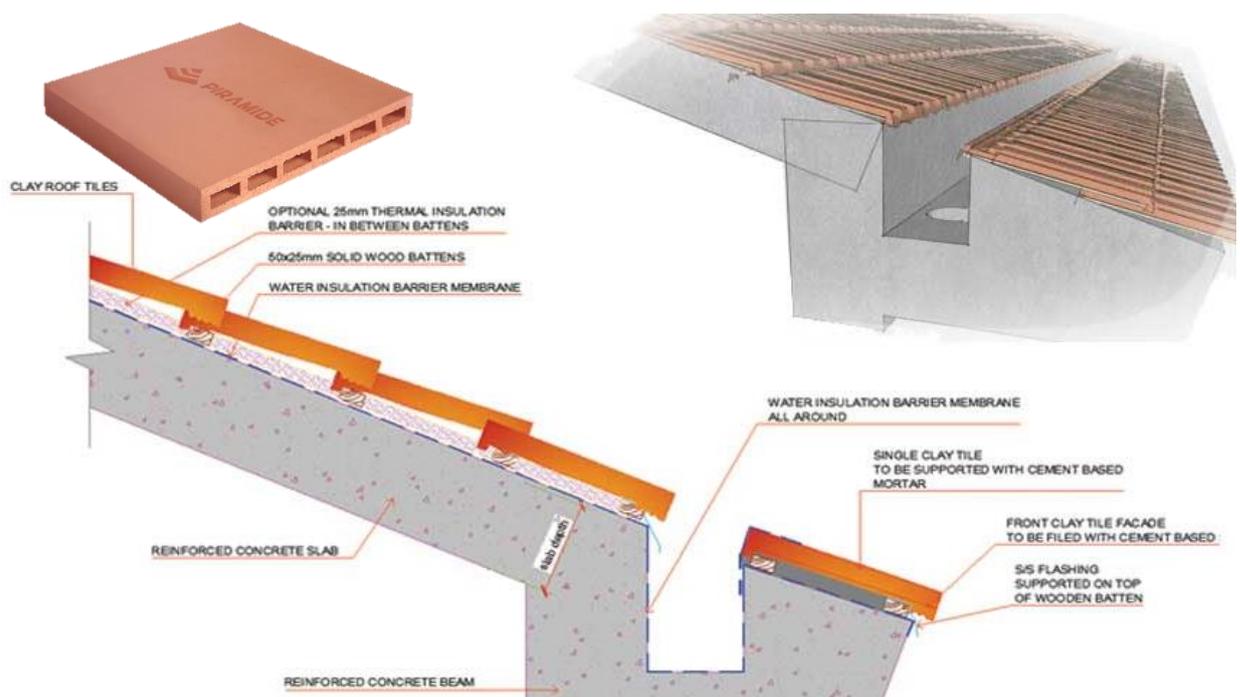
Nota: (Cruz et al., 2012).

2.3.7. Ladrillo pastelero para cobertura de techo

2.3.7.1.Ladrillo pastelero

Es un tipo especial de ladrillo diseñado para su uso en la construcción de cubiertas de techo. Estos ladrillos suelen ser más delgados y más livianos que los ladrillos tradicionales, lo que los hace más adecuados para soportar la carga que implica estar colocados en un ángulo en un techo (Lamadrid, 2019). Los ladrillos de techo suelen tener una forma rectangular alargada y están diseñados para encajar entre sí de manera segura, formando una superficie sólida y resistente que protege la estructura subyacente del techo. Estos ladrillos pueden ser de arcilla, concreto o de otro material similar y suelen tener una capa impermeable para evitar la filtración de agua (Mayta, 2019). No solo son un elemento decorativo, sino que cumplen una función muy importante de protección (Maestro, 2016). Se utiliza para conformar el techo o para cobertura del techo final, el ladrillo posee resistencia a la absorción, humedad y exposición al sol (Mayta, 2019).

Figura 8 Ladrillo Pastelero



Nota: Ficha técnica ladrillo pastelero (Anexos).

2.3.7.2. Dimensiones de los ladrillos pasteleros

Estos ladrillos tienen una clasificación de grado SW (Resisten Condiciones Climáticas Severas) según la Norma ASTM C 62. En el mismo reglamento se estipula que las dimensiones, proporciones y formas de los ladrillos son proporcionadas por el cliente, quien suele determinar las dimensiones de los ladrillos, para el caso específico de este estudio, tenemos dos tamaños y sus variaciones permitidas (Turpo, 2021).

Tabla 5

Tamaños Estándar de Ladrillos Pasteleros

Dimensiones en (cm)	Variaciones máximas en las dimensiones (cm)
20x20x3	2.5
10x20x3	2.5

Nota: (Turpo, 2021).

2.3.7.3. Proceso de producción del ladrillo pastelero

El ladrillo pastelero es un tipo de ladrillo que se caracteriza por su forma cuadrada y sus dimensiones uniformes. Su proceso de producción puede variar según el grado de mecanización y la escala de producción. Según la NTP 331.017 (INACAL, 2016) los ladrillos pueden producirse por procesos: artesanales, implica la realización de todas las etapas de producción de forma manual; semi industrial, combina el uso de maquinarias y herramientas manuales, en esta metodología se utiliza maquinaria para la extracción y mezcla de materias primas, así como para el moldeado, pero otras etapas como el secado se realizan de forma manual; e industrial cuando utiliza maquinarias y tecnologías para llevar a cabo todas las etapas de producción de forma eficiente y masiva, este proceso se lleva a cabo en grandes instalaciones o en fábricas especializadas en la producción de ladrillos pasteleros.

2.3.8. Ladrillos de concreto cemento- aserrín

2.3.8.1. Bloques de concreto

Los bloques de concreto, también conocidos como bloques de concreto, son elementos prefabricados utilizados en construcción que están diseñados para ser apilados y unidos para formar paredes, muros o estructuras. Están compuestos principalmente por una mezcla de cemento, agregados (arena y grava) y agua, que se vierte en moldes y se cura para endurecerse. Elementos modulares premoldeados que para su fabricación utilizan mezcla cementante y agregados que cumplan los estándares para concreto (Diaz et al., 2017). Los bloques de concreto suelen tener una forma rectangular, con dimensiones estandarizadas que facilitan su colocación y ensamblaje. La superficie de los bloques puede ser lisa o rugosa, dependiendo del uso previsto y la estética deseada. Además, pueden tener huecos internos para reducir su peso o mejorar su aislamiento térmico y acústico (Carro, 2007). Estos bloques son muy versátiles y se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones en la construcción, desde muros de contención hasta edificios residenciales y comerciales. Proporcionan solidez y resistencia estructural, así como también son duraderos y resistentes a los elementos climáticos y a la humedad. Los bloques de concreto se caracterizan por ser fáciles de manejar y colocar, lo que los convierte en una opción popular para proyectos de construcción a gran escala. Además, permiten realizar ajustes y modificaciones en la estructura con relativa facilidad (Fuentes et al., 2015).

En resumen, los bloques de concreto son elementos modulares y prefabricados utilizados para construir paredes y estructuras. Son duraderos, resistentes y fáciles de instalar, lo que los convierte en una opción popular en la industria de la construcción.

2.3.8.2. Concreto liviano

Mezcla compuesta por "*cemento + AF + AG + aire + agua*" en proporciones convenientes para obtener ciertas peculiaridades precisadas, fundamentalmente la resistencia (Rivera, 2014). Es ampliamente utilizado en la construcción debido a su durabilidad, resistencia y versatilidad. El cemento actúa como el aglutinante que une los agregados, formando una pasta que se endurece y se vuelve sólida con el tiempo.

Agregado fino. Partículas que pasan el tamiz N° 40, y se adicionan a la mezcla cementante para mejorar la plasticidad, uniformidad, acabado e impedir la segregación (Barrantes & Holguín 2015, p. 20).

Agregado grueso. Son gravas o piedras trituradas con partículas entre 9.5 mm y 37.5 mm (Kosmatka et al., 2004, p. 103).

El concreto liviano es una variante del concreto convencional que incorpora agregados livianos en lugar de los agregados tradicionales. Estos agregados son más livianos que los agregados normales de arena y grava, lo que hace que el concreto sea menos denso y más liviano en peso. El concreto liviano tiene varias ventajas, como una mejor resistencia al fuego, un menor peso estructural, una mejor aislación térmica y acústica, y una mayor facilidad de manejo y colocación debido a su menor densidad. Es utilizado en muchas aplicaciones, especialmente en la construcción de estructuras donde el peso es un factor importante, como en techos, losas, rellenos y elementos prefabricados. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, aunque el concreto liviano tiene características particulares, también conserva algunas de las propiedades básicas del concreto convencional, como la resistencia a la compresión y la durabilidad (Ferreira et al., 2016).

2.3.8.3. Concreto aserrín

El concreto aserrín es un material de construcción alternativo que combina cemento y aserrín en una proporción determinada. En lugar de utilizar agregados tradicionales como arena o grava, se emplea aserrín seco y limpio, el cual se obtiene como un subproducto de la industria maderera (Pintado & Siesquen, 2021). Para producir concreto aserrín, se mezcla una cantidad específica de cemento con aserrín en polvo. La proporción típica es de alrededor de 1 parte de cemento por 1 parte de aserrín. Esta mezcla se combina con agua para formar una pasta moldeable (Cigüeñas, 2020).

Una vez que la mezcla está lista, se puede verter en moldes para dar forma a bloques o paneles de concreto aserrín. Estos moldes pueden variar en tamaño y forma, lo que permite adaptarse a los requerimientos de construcción específicos. Después de moldear el concreto aserrín, se deja secar y endurecer durante un período de tiempo determinado. Durante este proceso, el cemento se hidrata, creando una estructura sólida y resistente que une las partículas de aserrín.

El concreto aserrín presenta varias ventajas. En primer lugar, es un material más ligero que el concreto convencional, lo que facilita su manipulación y transporte. Además, el aserrín actúa como un agregado liviano, lo que reduce el peso final del concreto (Huirma, 2021).

Además de sus propiedades físicas, el concreto aserrín también tiene beneficios ambientales. Al utilizar aserrín como agregado, se aprovecha un subproducto de la industria maderera que de otra manera se desecha, lo que ayuda a reducir los residuos. Además, su producción requiere menos energía en comparación con la obtención y procesamiento de materiales tradicionales como la arena o la grava (Pintado & Siesquen, 2021).

2.3.8.4.Ladrillos de concreto cemento – aserrín

Los ladrillos de concreto cemento aserrín, ladrillos ecológicos, son elementos de construcción fabricados a partir de una mezcla de cemento, aserrín y agua. Estos ladrillos aprovechan los desechos de madera, como el aserrín, para reemplazar parcialmente el agregado convencional de arena o grava. Son ladrillos de tamaño normal la diferencia yace en el peso, este es menor debido a la incorporación de aserrín de pino que por su densidad hace que este tipo de ladrillo adquiera un peso menor (Ortega, 2019). La mezcla de concreto cemento aserrín se produce al combinar una cantidad determinada de cemento con aserrín seco y limpio. El aserrín actúa como un agregado liviano que reduce el peso de los ladrillos y tiene propiedades aislantes, ya que retiene el aire en su estructura. Una vez que la mezcla está lista, se vierte en moldes con la forma y tamaño deseados. Los moldes pueden ser de diferentes dimensiones, lo que permite la fabricación de ladrillos de diferentes tamaños y formas para adaptarse a los requisitos de construcción específicos. Una vez moldeados, los ladrillos se dejan secar y endurecer durante un período de tiempo determinado (Pintado & Siesquen, 2021).

Los ladrillos de concreto cemento aserrín tienen varias ventajas. Son más ligeros que los ladrillos tradicionales de arcilla o concreto, lo que facilita su manipulación y transporte. Además, el aserrín proporciona propiedades aislantes, lo que ayuda a mantener la temperatura en el interior de los edificios y reduce la transferencia de calor y frío. Estos ladrillos también son más sostenibles desde el punto de vista ambiental, ya que utilizan desechos de madera en su fabricación, en lugar de recursos naturales como la arena o la grava. Además, el aserrín seco y limpio es un subproducto de la industria maderera que de otra manera se desperdiciaría, por lo que su uso ayuda a reducir los residuos (Huirma, 2021).

2.3.9. Propiedades de los ladrillos de concreto

Área bruta: Es el área total de la superficie del ladrillo de concreto, incluyendo todas sus caras.

$$\text{Área bruta } (A_g), \text{ mm}^2 = L \times W \quad (8)$$

Donde: L= longitud promedio (mm) y W= ancho promedio del espécimen (mm).

Dimensiones geométricas: Se refiere a las medidas y forma que tiene el ladrillo de concreto, como su longitud, anchura y altura. Se mide y registra el ancho (A), altura (H) y longitud (L) de cada cara de la unidad de albañilería con una regla o calibrador.

$$L = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}{4} \quad (9)$$

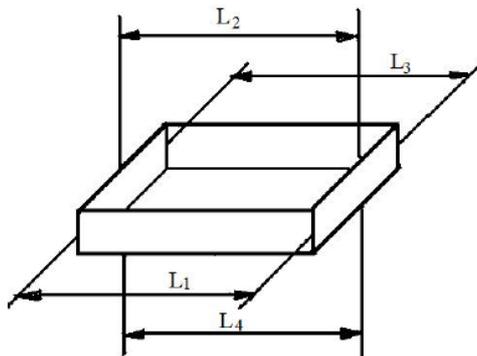
$$W = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + W_4}{4} \quad (10)$$

$$e = \frac{e_1 + e_2 + e_3 + e_4}{4} \quad (11)$$

Donde, L es la longitud promedio, W ancho promedio, e espesor promedio.

Figura 9

Medición de las Dimensiones del Ladrillo Pastelero



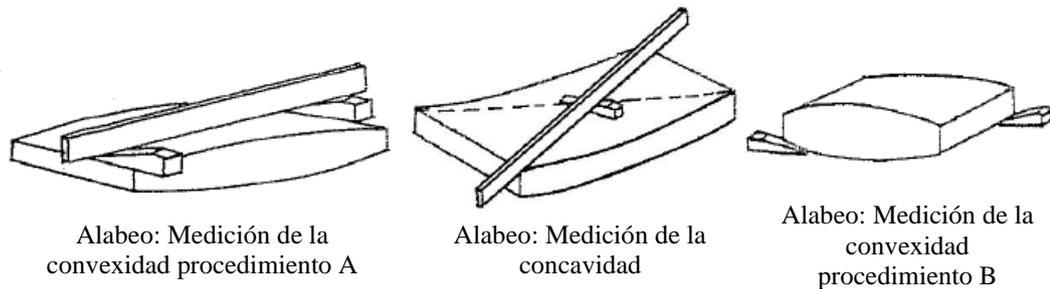
Nota: NTP 331.041 (INACAL, 2017).

Alabeo: Es la desviación que puede presentar un ladrillo de concreto respecto a una línea recta, lo cual afecta su nivelación y apariencia estética.

$$\text{Alabeo} = \frac{\text{Cóncavo} + \text{convexo}}{2} \quad (12)$$

Figura 10

Medición del Alabeo del Ladrillo Pastelero



Nota: NTP 331.041 (INACAL, 2017).

Absorción: La absorción se refiere a la capacidad del ladrillo de concreto para retener agua en su interior. Esta propiedad es importante ya que se relaciona con la resistencia a la intemperie y al deterioro por congelamiento. Para medir la absorción los especímenes pasan por un proceso de saturación (se sumergen en agua por 24 h) y secado (en horno ventilado a 100-115 °C)

$$A = \frac{G_1 - G}{G} \times 100 \quad (13)$$

Dónde: A es la absorción en %, G1 es la masa del espécimen saturado luego de la inmersión, G es la masa del espécimen seco.

Densidad: Es la masa del ladrillo de concreto por unidad de volumen. Se expresa normalmente en kg/m³.

$$\text{Densidad } (D), \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{W_d}{W_s - W_i} \times 100 \quad (14)$$

Donde: Wd peso seco al horno del espécimen (kg), Ws peso saturado del espécimen (kg), Wi peso sumergido del espécimen (kg)

Resistencia a la carga de rotura: La resistencia a la carga de rotura en ladrillos pasteleros se refiere a la capacidad de los ladrillos pasteleros para soportar una fuerza de carga aplicada en su punto de máxima resistencia hasta que se produce su rotura. Se refiere a la capacidad del ladrillo de concreto para resistir

deformaciones en forma de curvatura o flexión sin romperse. Esta propiedad es importante en aplicaciones donde el ladrillo está sometido a cargas laterales o dispersas.

$$R = \frac{P}{b} \quad (15)$$

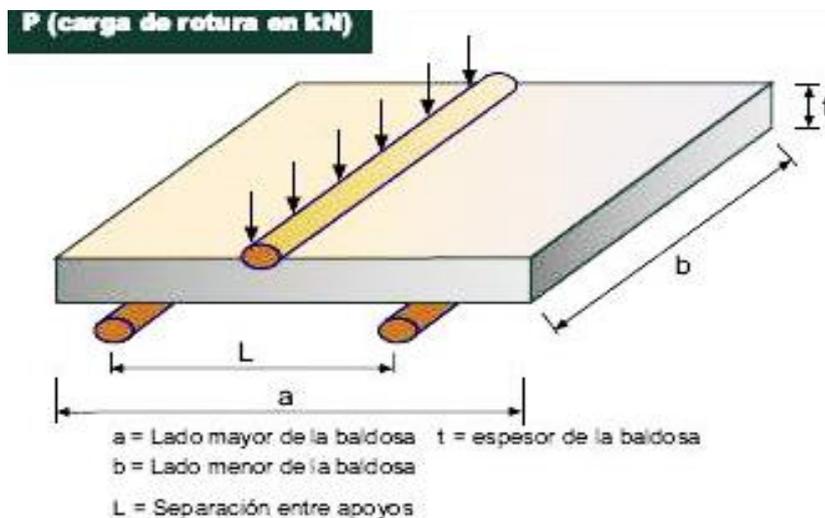
Donde, R es la carga de rotura en daN/cm de ancho, P es la carga de rotura indicada por la máquina en daN, b es el ancho promedio del espécimen cara a cara en cm.

Módulo resistencia a flexión: Es una medida de la rigidez de un material. El módulo de elasticidad del ladrillo de concreto indica su capacidad para deformarse elásticamente bajo cargas y luego recuperar su forma original una vez que se elimine la carga. El módulo está relacionado con la resistencia y la rigidez del ladrillo de concreto.

$$T = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times t^2} \quad (16)$$

Donde, T módulo resistente a flexión en kg/cm², P es la carga de rotura indicada por la máquina, b es el ancho promedio del espécimen cara a cara en cm, L separación entre apoyos, t espesor del ladrillo pastelero.

Figura 11 Medición de la Resistencia a Flexión



2.3.10. Requisitos para la elaboración de los ladrillos de cobertura de techo

a) Requisitos geométricos (NTP 331.041, INACAL, 2017)

Los requisitos geométricos para un ladrillo de cobertura de techo hacen referencia a las dimensiones y forma del ladrillo. Esto incluye su longitud, anchura, altura y cualquier otra característica específica que permita su correcta colocación y encaje dentro del sistema de cubierta.

Tolerancia en las medidas: se debe admitir una tolerancia de $\pm 3\%$ en todas las dimensiones.

Alabeo: los ladrillos ensayados deberán contar con un alabeo máximo de permisible de 6 mm.

b) Requisitos físicos (NTP 331.041, INACAL, 2017)

Los requisitos físicos se refieren a las propiedades relacionadas con la durabilidad y resistencia a condiciones climáticas adversas. Esto incluye la absorción de agua, donde se busca que sea baja para evitar problemas de humedad o deterioro. También se considera la densidad o peso del ladrillo, ya que deberá ser suficiente para soportar cargas y resistir vientos fuertes sin verse afectado.

Absorción de agua: los ladrillos deberán absorber más del 12% de su peso.

c) Requisitos mecánicos

Los requisitos mecánicos se enfocan en la capacidad estructural del ladrillo para soportar las cargas propias y externas. Esto implica evaluar su resistencia a la rotura, que es la capacidad del ladrillo para resistir fuerzas que lo comprimen desde arriba. También se analiza su resistencia a la flexión, es decir, su capacidad para soportar cargas laterales o dispersas sin romperse.

Carga de rotura por unidad de ancho: los ladrillos deben resistir una carga de rotura de 7.5 kg/cm.

2.4. Hipótesis

Ho: Al incorporar aserrín de pino no se logra disminuir significativamente el peso de los ladrillos de concreto y mantener su resistencia para su uso como cobertura de techo.

H1: Al incorporar aserrín de pino se logra disminuir significativamente el peso de los ladrillos de concreto y mantener su resistencia para su uso como cobertura de techo.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. Variable independiente Aserrín de pino

Se refiere a las partículas y fragmentos obtenidos al aserrar o cortar madera de pino. Todos aquellos despojos resultantes de los procesos mecánicos de procesamiento de la madera de pino, es ligero, fácil de manejar y presenta propiedades aislantes y absorbentes (Garzón et al., 2005). El aserrín de pino se ha adicionado en proporción en la mezcla de concreto, siendo cemento: aserrín de 1:1, 1:2, 1:3 y 1:4, para definir la dosificación con mejores características; no obstante, para brindar proporciones de mezcla se deben conocer también sus propiedades físicas, mismas que, se han considerado como dimensiones e indicadores del estudio, porque, permiten estimar la cuantía de aserrín en la mezcla para la producción de ladrillos de concreto, tipo pastelero.

2.5.2. Variable dependiente : Ladrillos de concreto para cobertura de techo

Son elementos prefabricados y generalmente de forma rectangular, fabricados con una mezcla de cemento, aserrín y agua, que se utilizan para construir la capa superior de una estructura de techo. Estos ladrillos ofrecen una base sólida y duradera sobre la cual se coloca la cubierta de techo final. Los ladrillos de concreto para cobertura de techo son resistentes y brindan protección frente a las

inclemencias del clima, además de tener un buen desempeño en términos de aislamiento térmico y acústico. En la NTP 331.041 (INACAL, 2017) se define a los ladrillos de concreto para cobertura de techo como la unidad con forma de prisma recto, que colocado en techos y azoteas absorbe el agua, manteniendo un adecuado acondicionamiento térmico – ambiental, protegiendo a su vez a la losa de concreto contra cambios bruscos de temperatura.

En cuanto a las dimensiones e indicadores de la variable dependiente “Ladrillos de concreto para cobertura de techo” se ha considerado las propiedades geométricas, físicas y mecánicas que debe cumplir este tipo de unidades de albañilería para techos, siendo la descripción de las mismas:

Propiedades geométricas. Esta propiedad está compuesta por la variación dimensional y alabeo que se determinara de acuerdo a la forma que se presente, puede ser concavidad o convexidad.

Propiedades físicas. La propiedad física comprendida para los ladrillos de concreto, es la absorción de agua que se ha determinado primeramente a través del proceso de secado a 110 °C por dos horas, luego estos serán sumergidos en agua durante 24 horas.

Propiedades mecánicas. En esta propiedad se ha analizado la carga de ruptura por unidad de ancho que se ha determinado mediante el uso de equipos en el laboratorio a través de la interpretación de la curva a la resistencia a la compresión.

Comparación técnica. Se ha considerado realizar un símil entre un ladrillo pastelero convencional y un ladrillo de concreto cemento – aserrín, para determinar las diferencias y similitudes característicos de cada uno de ellos, para este procedimiento se utilizará una hoja de comparación técnica.

Tabla 6

Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Definición operacional	Indicador	Índice
Variable independiente	Todos aquellos despojos resultantes de los procesos mecánicos de procesamiento de la madera de pino (Garzón et al., 2005).	Propiedades físicas	Caracterizan a la materia adicionante en proporción de volumen, según sus principales peculiaridades que influyen en la dosificación de mezcla	Granulometría	%
				Contenido de humedad	%
				Peso específico	Kg/m ³
				Absorción	%
				Peso unitario suelto	Kg/m ³
				Peso unitario compactado	Kg/m ³
Variable dependiente	En la NTP 331.041 (INACAL, 2017) se define a los ladrillos de concreto para cobertura de techo como la unidad con forma de prisma recto, que colocado en techos y azoteas absorbe el agua, manteniendo un adecuado acondicionamiento térmico – ambiental, protegiendo a su vez a la losa de concreto contra cambios bruscos de temperatura.	Propiedades geométricas	Son aquellas características dimensionales y de espesor del ladrillo pastelero de concreto	Variación dimensional	mm
		Propiedades físicas	Los ladrillos deben ofrecer resistencia a las inclemencias climatológicas y para ello las propiedades físicas lo caracterizan a la intemperie	Alabeo	%
				Absorción de agua	%
		Propiedades mecánicas	Así mismo, los ladrillos pasteleros deben poseer un buen desempeño mecánico, lo suficientemente rígido para resistir cargas de rotura y flexión	Peso	kg
				Carga de rotura por unidad de ancho	Kg/cm
				Resistencia a flexión	Kg/cm ²
				Comparación técnica	Comercialmente se pueden encontrar diversas marcas de ladrillo pastelero convencional que cumplen con los requisitos de la NTP 331.041 (INACAL, 2017) por lo que, el símil se ha planteado entre estos diferentes tipos de ladrillos pasteleros.
		Ladrillo de concreto cemento – aserrín	Kg/cm		

CAPÍTULO III.

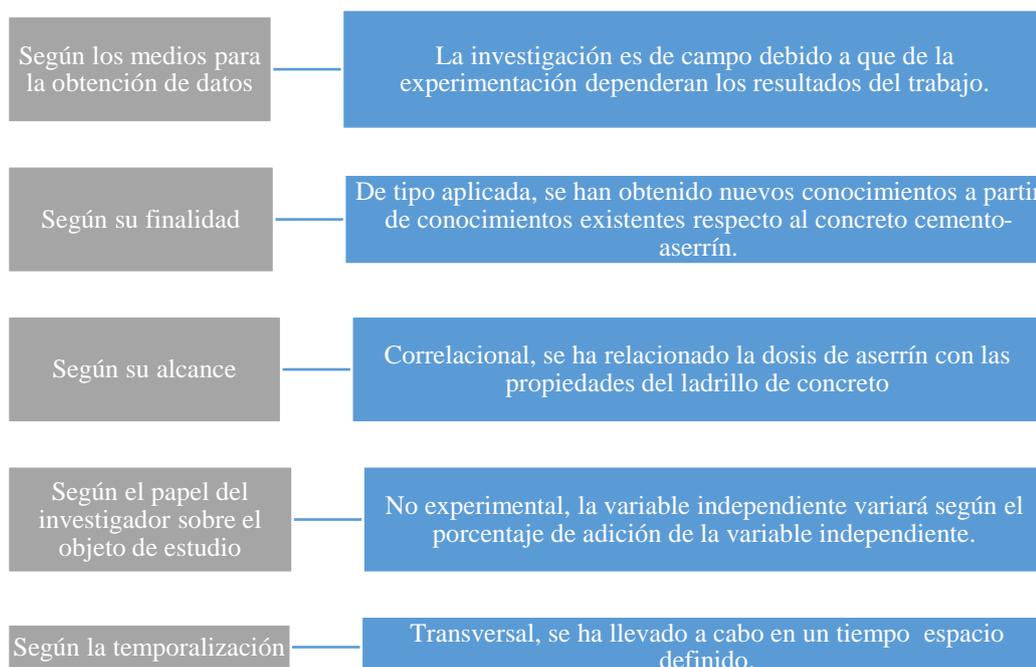
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

Enfoque cuantitativo, se ha tenido como resultados valores numéricos cuantificables, obtenidos por pruebas experimentales, en los cuales se ha seguido un proceso ordenado determinado por las normas técnicas peruanas. Es de tipo aplicada, se utilizan conocimientos existentes para generar nuevos conocimientos, como el uso de las NTP para generar un nuevo producto de construcción ladrillos de cobertura de techo de concreto con aserrín de pino. El nivel de investigación fue explicativo, se ha dado elucidación a la influencia de la incorporación de aserrín de pino en los ladrillos de concreto para su uso en coberturas de techo, verificando como el acrecentamiento de la proporción genera efectos en las propiedades geométricas, físicas y mecánicas de las unidades de albañilería para techo, así mismo, se ha verificado la correlación entre las variables.

Figura 12

Tipo de Investigación según Criterios



3.2. Diseño de investigación

Según el diseño de prueba, a pesar que ha seguido un procedimiento ordenado para obtener resultados sobre los rasgos del ladrillo de concreto, elaborados experimentalmente, no se tiene una alteración directa entre variables para la definición de la muestra, por lo que, es cuasi experimental. En otras palabras, la dosificación de producción de las unidades de albañilería no se ha definido probabilísticamente, sino que, de forma concertada tomando en cuenta antecedentes, la norma E.070 (MVCS, 2006), la NTP 331.041 (INACAL, 2017).

El tipo de diseño cuasi experimental definido es de “Grupo único solo después”, solamente se han analizado los ladrillos pasteleros de concreto con aserrín en diferentes proporciones, dejando de lado alguna mezcla base, no obstante, el medio comparativo es la NTP 331.041 (INACAL, 2017) y las fichas técnicas de los ladrillos pasteleros comerciales en la localidad de Chota. La ecuación que define el modelo se representa por la ecuación (17), así mismo, se ha generado un esquema de investigación que se presenta en la Fig. 13.

$$GE: X \rightarrow Y \quad (17)$$

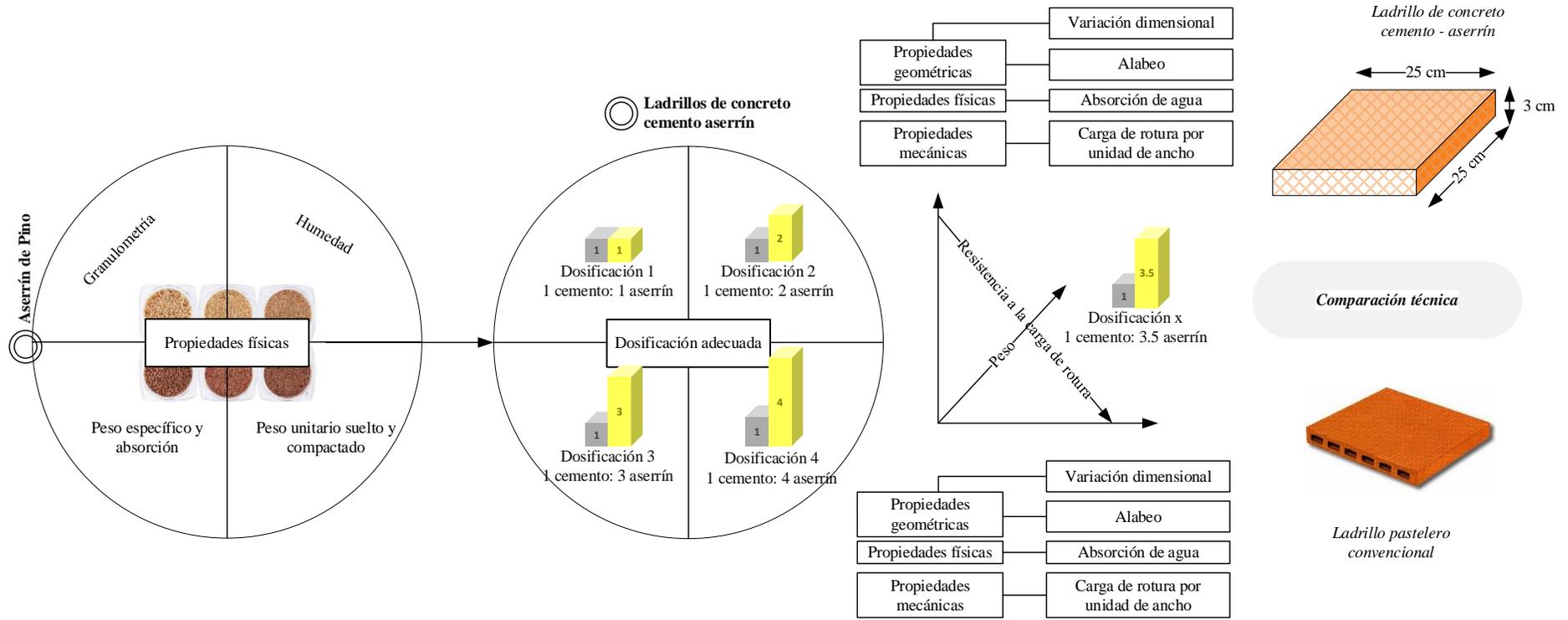
Donde, GE es el grupo experimental, X la dosificación de aserrín, Y el ladrillo pastelero de concreto producido con cemento: aserrín.

3.3. Métodos de investigación

Se ha utilizado el método hipotético – deductivo. El método hipotético-deductivo toma como premisa una hipótesis, inferida de principios o leyes teóricas, o sugerida por el conjunto de datos empíricos. A partir de dicha hipótesis y siguiendo las reglas lógicas de la deducción, se llega a nuevas conclusiones y predicciones empíricas, las que a su vez son sometidas a verificación.

Figura 13

Diseño de Investigación

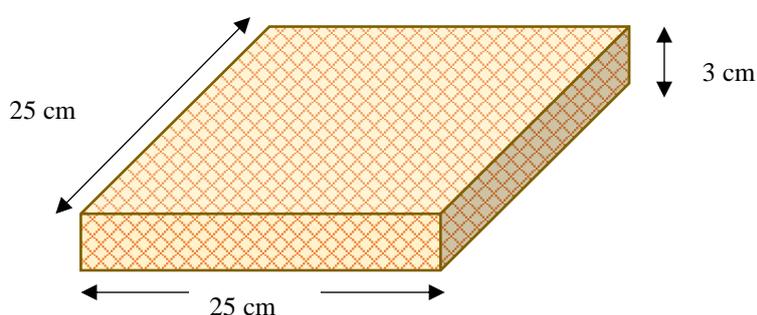


3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

Los “Ladrillos pasteleros de concreto para cobertura de techo” elaborados con cemento: aserrín de pino en dosificaciones variadas (1:1, 1:2, 1:3, 1:4 y una dosificación adecuada mecánicamente de cemento: aserrín) con dimensiones de 25 cm de lado y 3 cm de espesor, en Chota.

Figura 14 Dimensiones de los Ladrillos de Concreto con Cemento: Aserrín.



3.4.2. Muestreo

En el software Minitab 22 se ha aplicado el muestreo probabilístico, por un proceso de diseño estadístico completamente al azar (DOE), donde se han considerado dos factores, primero, las cinco dosificaciones cemento: aserrín de pino, 1:1, 1:2, 1:3 y 1:4 en volumen, más una dosificación adecuada determinada a partir de las pruebas iniciales, y el segundo factor integrado por los cuatro ensayos a realizar: variación dimensional, alabeo, absorción de agua y resistencia a la carga de rotura, con cinco repeticiones por ensayo, dando un total de 80 ladrillos de concreto para cobertura de techo (Tabla 7). No obstante, las dosificaciones a analizar han sido definidas por conveniencia en base a los antecedentes y la norma E.070 (MVCS, 2006), mientras que, la cantidad de unidades a analizar por cada ensayo fueron definidas según la NTP 331.041 (INACAL, 2017).

Tabla 7

Resumen del Diseño DOE

Factores: 2	Réplicas: 5
Factor 1: 5 niveles	Bloques base: 1
Factor 2: 4 niveles	Total, de bloques: 1
Corridas base: 20	Total, corridas: 100

3.4.3. Muestra

100 ladrillos pasteleros de concreto de dimensiones 25 cm de lado y 3 cm de espesor para cobertura de techo, elaborados con cemento: aserrín de pino en dosificaciones 1:1, 1:2, 1:3 y 1:4, más una dosificación adecuada determinada a partir de las pruebas iniciales, en Chota.

Tabla 8

Número de Ladrillos de Concreto según Dosificación de Aserrín

Ensayos en ladrillos de concreto para cobertura	Dosificación en volumen cemento: aserrín				Dosificación adecuada	Total
	1:1	1:2	1:3	1:4		
Variación dimensional	5	5	5	5	5	25
Alabeo	5	5	5	5	5	25
Absorción de agua	5	5	5	5	5	25
Resistencia a la carga de rotura	5	5	5	5	5	25
Total	20	20	20	20	20	100

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de los datos

Observación. Es la pericia en donde el observador hace uso de sus sentidos como la vista, el tacto, el oído para realizar observaciones y acumular hechos que le ayudaran a caracterizar el problema y encontrar las posibles soluciones (Díaz, 2011, p. 15). En el caso del estudio, se ha realizado una recolección de datos directamente en el lugar donde se produce los ladrillos de concreto. El

investigador ha observado el proceso de producción, registrando la cantidad de aserrín utilizado en cada lote de ladrillos, así como las características del aserrín utilizado, como el tamaño de las partículas o el tipo de madera. También ha observado el impacto del aserrín en la calidad del producto final, analizando aspectos como su apariencia.

Revisión bibliográfica. Se ha consultado bibliografía científica, estudios previos, informes técnicos, las normas técnicas peruanas y otros documentos relacionados con la temática. Principalmente, se han revisado las fichas técnicas del ladrillo pastelero y del cemento utilizado para la producción de los ladrillos con aserrín.

Ensayos en aserrín. Son un conjunto de métodos de prueba, utilizados para identificar las distintas características del aserrín teniendo en cuenta los procedimientos establecidos como parte del experimento. Estos ensayos involucran pruebas específicas para caracterizar el aserrín, tal como, la definición de su humedad, granulometría, peso específico, absorción y peso unitario, conforme a las normas técnicas peruanas.

Ensayos en ladrillos pasteleros de concreto para cobertura. Esta técnica implicó realizar ensayos de laboratorio a los ladrillos pasteleros de concreto, para evaluar su calidad y propiedades. Vienen a ser los diferentes procedimientos o pruebas a los que fueron sometidos los ladrillos para cobertura de techos, haciendo uso de diferentes equipos que permitieron conocer los límites de variación geométrica, absorción, resistencia y flexibilidad a los que pueden ser sometidos los productos. Con ello, se buscó determinar si la presencia de aserrín en los ladrillos afecta sus características y propiedades, comparando los resultados con la NTP 331.041 (INACAL, 2017).

Comparación técnica. Procedimiento de cotejo de las resultas obtenidas en la ejecución de la investigación, permite estimar similitudes o diferencias entre las unidades de mampostería elaboradas. Se analizan las diferencias en las propiedades físico mecánicas de los ladrillos comerciales (sin aserrín) y con aserrín, y se evalúa la influencia de la incorporación de aserrín en las propiedades de los ladrillos pasteleros de concreto.

3.5.2. Instrumentos de recolección de los datos

Cuaderno de campo y registro fotográfico. Son utilizados para recopilar información durante el proceso de investigación. En el caso de la influencia del aserrín en la producción de ladrillos pasteleros de concreto, se utiliza un cuaderno de campo para tomar notas detalladas sobre cada etapa del experimento, incluyendo los procedimientos. Además, se utiliza un registro fotográfico para capturar imágenes que respalden y documenten las diferentes etapas del experimento, a través del uso de este instrumento, el investigador pone en evidencia mediante una serie imágenes del trabajo que ha realizado durante el proceso de la investigación.

Fichas de revisión bibliográfica. Estas fichas son utilizadas para recolectar información relevante de fuentes bibliográficas relacionadas con el tema. En este caso, se revisaron las normas e investigaciones o publicaciones relacionadas con la influencia del aserrín en la producción de ladrillos pasteleros de concreto. Pero principalmente en el anexo se muestran las fichas técnicas del ladrillo pastelero Pirámide actualizado al 2021 y la ficha técnica del cemento actualiza al 2022.

Formatos de ensayos de aserrín. Estos formatos son utilizados para registrar los resultados de los ensayos de laboratorio realizados al aserrín. En el contexto de esta investigación, los formatos se han adaptado a partir de las guías de ensayos

designados para agregado fino de concreto, los cuales permiten llevar un control de los procesos desarrollados durante las pruebas en el laboratorio.

Formatos de ensayos para ladrillos pasteleros de concreto. Estos formatos son utilizados para registrar los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a los ladrillos fabricados con diferentes proporciones de aserrín. Ha permitido controlar los procedimientos durante el desarrollo de las pruebas en el laboratorio, siendo estos los responsables de la efectividad de los experimentos. En este caso, se utilizaron formatos específicos para registrar diferentes propiedades de los ladrillos, como su resistencia a la carga de rotura, absorción de agua, dimensiones y alabeo. Estos formatos de ensayo permiten comparar y evaluar el desempeño de los ladrillos en función de la influencia del aserrín, y también facilitan el análisis.

Matriz de comparación técnica. Esta matriz se utiliza para comparar y evaluar diferentes aspectos técnicos relevantes en la investigación, como las propiedades del aserrín, los resultados de los ensayos de laboratorio a los ladrillos, el cumplimiento de normas o estándares, entre otros. En esta matriz, se establecen categorías o criterios de evaluación, y se asigna un puntaje o una valoración a cada elemento evaluado. Esto permite analizar de manera objetiva y sistemática la influencia del aserrín en la producción de ladrillos pasteleros de concreto, y tomar decisiones informadas en base a los resultados obtenidos.

Tabla 9 Fuentes, Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

Variables	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
VI	Primaria	Observación	Cuaderno de campo
Aserrín de pino		Ensayos en aserrín	Formatos de ensayo
VD	Primaria	Observación	Cuaderno de campo
Ladrillos de concreto para cobertura de techo		Ensayos en ladrillos pasteleros de concreto	Formatos de ensayo en ladrillos pasteleros de concreto

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

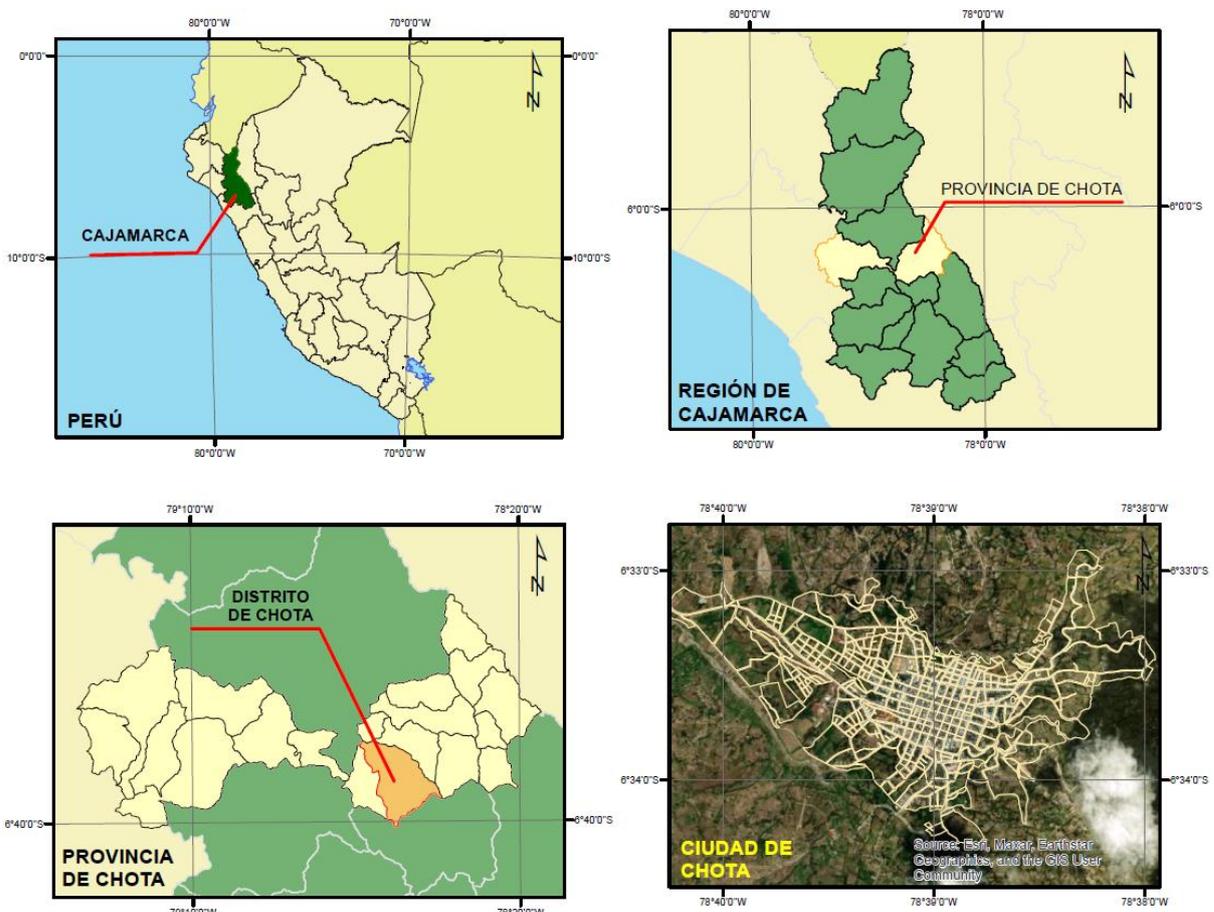
3.6.1. Proceso de obtención de los datos

3.6.1.1. Descripción del área de aplicación de la investigación

La presente investigación ha sido llevada a cabo en la ciudad de Chota, ubicada en las coordenadas UTM WGS84 17S 759838.98 m E, 9274102.54 m S, en el distrito y provincia de Chota, perteneciente al departamento de Cajamarca. Dicha ciudad se encuentra en una zona de clima templado, con temperaturas máximas y mínimas que oscilan entre 12.6 °C y 26.6 °C. Asimismo, se registra una precipitación pluvial media de 115.05 mm/hr, siendo los meses de mayor lluvia los comprendidos entre noviembre y marzo de cada año (Senamhi, 2020).

Figura 15

Mapa de Ubicación de Chota



En Chota, aproximadamente el 85% de las viviendas están construidas con albañilería, contando con techos de calamina o concreto armado. En algunos casos, son recubiertas por ladrillo pastelero, con el propósito de brindar mayor protección ante inclemencias del clima (MPCH, 2018).

3.6.1.2. Obtención del aserrín

Equipos y herramientas necesarios:

Para llevar a cabo la recolección de aserrín en las principales carpinterías de la ciudad de Chota, se requieren varios equipos, materiales e instrumentos:

- Camión o vehículo de transporte: Se utiliza para llevar el aserrín recolectado desde las carpinterías hasta el lugar de almacenamiento o procesamiento.
- Bolsas o recipientes para almacenar el aserrín: Estos pueden ser bolsas de plástico o contenedores de metal o plástico, en los cuales se depositará el aserrín recolectado.
- Palas y escobas: Son útiles para recoger y barrer el aserrín dispersado en el suelo de las carpinterías.

Procedimiento de recolección:

Identificación de las principales carpinterías de la ciudad: Se realiza un estudio previo para identificar las carpinterías más relevantes en términos de producción y generación de aserrín de Pino en la ciudad de Chota. A nivel local existe gran número de carpinterías (MPCH, 2018). De todas las carpinterías existentes se ha elegido al azar aquellas que estén dispuestas a participar en el desarrollo de la investigación, recolectando así el aserrín de cinco (05) carpinterías locales en las que trabajan con madera de pino y no han mezclado esta con el aserrín de otras maderas, se recolectó un saco de aserrín de cada carpintería y se mezcló todo para tomar la muestra para ensayos físicos en el aserrín.

Tabla 10*Ubicación de Algunas Carpinterías de Chota 2022*

Ítem	Carpintería	Ubicación	Residuos de aserrín		
			(N° de quintales diarios)	Kg diarios	m3
1	Tapia	Jr. Pedro Coronado N° 203	5.0	500	0.336
2	Rubio	Av. Todos los Santos N° 960	4.5	450	0.303
3	Nueva Esperanza	Jr. Edelmira Silva N° 214	5.0	500	0.336
4	Rodriguez	Jr. 30 de agosto N° 852	4.0	400	0.269
5	Sin nombre	Psj. San Mateo N° 631	5.0	500	0.336
Total			23.50	2350	1.581

Contacto con los propietarios o encargados de las carpinterías: Se establece comunicación con los propietarios o encargados de las carpinterías para solicitar su colaboración en la recolección del aserrín.

Llegada al lugar de recolección: Una vez acordada la colaboración, se programa la visita a las carpinterías seleccionadas con el equipo y los materiales necesarios.

Recolección del aserrín: Se procede a recoger el aserrín que ha sido acumulado en el suelo de las carpinterías. Para ello se utiliza una pala o escoba, dependiendo de la cantidad y ubicación del aserrín.

Almacenamiento y transporte: Una vez recolectado, el aserrín se guarda en las bolsas o recipientes previamente preparados. Estos son cargados en el camión o vehículo de transporte para ser llevados al lugar de almacenamiento o procesamiento.

Es importante resaltar que en este procedimiento se debe contar con la autorización y consentimiento de los propietarios de las carpinterías, así como cumplir con las normas de seguridad y salud.

3.6.1.3. Ensayos al aserrín

Para realizar los ensayos físicos al aserrín se han adaptado las normas técnicas peruanas destinadas al análisis de agregado fino, por tanto, se ha tomado en cuenta la NTP 339.185 (INACAL, 2021) para determinar el contenido de humedad, NTP 400.012 (INACAL, 2021) para determinar la granulometría, NTP 400.022 (INACAL, 2021) para determinar la densidad y absorción, y NTP 400.017 (INACAL, 2020) para determinar el peso unitario suelto y compactado.

Figura 16

Proceso de Realización de Ensayos Físicos al Aserrín



a) Contenido de humedad

- Se obtiene una muestra representativa de aserrín de un tamaño determinado.
- Se pesa la muestra inicial y se registra su masa.
- Se coloca la muestra en una estufa a 105 °C.

- La muestra se deja en la estufa durante un tiempo determinado para permitir que se evapore toda la humedad presente en ella.
- Después de un tiempo determinado, se retira la muestra de la estufa y se deja enfriar en una campana de desecación para evitar la absorción de humedad ambiental.
- Se pesa la muestra seca y se registra su masa final.

b) Granulometría

- Se obtiene una muestra representativa de aserrín de un tamaño determinado.
- Se realiza un tamizado utilizando una serie de tamices con diferentes aberturas de malla, desde la más gruesa hasta la más fina.
- Se coloca la muestra en el tamiz más grueso y se agita suavemente hasta que no pase más material a través de este tamiz.
- El material retenido en cada tamiz se pesa y se registra su masa.
- Se calcula el porcentaje de material retenido en cada tamiz y se representa en forma de curva de granulometría.

c) Peso específico

- Se obtiene una muestra representativa de aserrín de un tamaño determinado.
- Se pesa la muestra y se registra su masa.
- Se sumerge la muestra en agua y se deja hasta que todas las burbujas de aire sean liberadas.
- Se retira la muestra del agua y se deja drenar el exceso de agua superficial.
- Se pesa la muestra sumergida y se registra su masa sumergida.

d) Absorción

- Se obtiene una muestra representativa de aserrín de un tamaño determinado.
- Se pesa la muestra y se registra su masa.

- Se sumerge la muestra en agua y se deja durante un período de tiempo especificado.
- Después de este período de tiempo, se retira la muestra del agua y se deja drenar el exceso de agua superficial.
- Se pesa la muestra saturada y se registra su masa.

e) Peso unitario suelto

- Se obtiene una muestra representativa de aserrín de un tamaño determinado.
- Se llena un recipiente conocido de volumen conocido con el aserrín suelto.
- Se compacta ligeramente el aserrín en el recipiente para eliminar los espacios vacíos.
- Se pesa el recipiente lleno de aserrín y se registra su masa.

f) Peso unitario compactado

- Se obtiene una muestra representativa de aserrín de un tamaño determinado.
- Se llena un recipiente conocido de volumen conocido con el aserrín suelto.
- Se compacta el aserrín en el recipiente utilizando un pisón o equipo de compactación.
- Se pesa el recipiente lleno de aserrín compactado y se registra su masa.

3.6.1.4. Producción de los ladrillos pasteleros de techo

a) Preparación de los materiales

Se reúnen los materiales necesarios, que incluyen cemento, agua y aserrín. Se asegura un amplio espacio de trabajo y se disponen las herramientas adecuadas, como una mezcladora de concreto, cubetas, palas, moldes para ladrillos y una superficie plana para el secado de los mismos. Para ello, se ha determinado la proporción de los materiales cemento: aserrín para cada proporción planteada 1:1, 1:2, 1:3, 1:3.5, 1:4 con una relación agua/cemento (R a/c) de 0.50.

$$\text{Volumen de cemento} = \text{Volumen aserrín} / \text{Proporción} \quad (18)$$

$$\text{Volumen de agua} = \text{Volumen de cemento} \times R \text{ a/c} \quad (19)$$

$$\text{Peso del material} = \text{Volumen del material} \times$$

$$\text{Peso específico del material} \quad (20)$$

$$\text{Volumen de material para 1 ladrillo} = \text{Volumen de material} \times$$

$$\text{Volumen de ladrillo} \quad (21)$$

Aplicando las ecuaciones antes descritas se ha determinado la cuantía de materiales por m³ y para 1 ladrillo de cemento: aserrín con relación a/c fija de 0.50, determinando que se necesita 2.79 kg de aserrín, con variaciones de cemento según dosificación, siendo 5.91 kg, 2.95 kg, 1.97 kg, 1.69 kg y 1.48 kg para las dosificaciones 1:1, 1:2, 1:3, 1:3.5, 1:4, correspondientemente.

Tabla 11

Cuantía de Materiales para 1 m³ de Concreto

Proporción cemento: aserrín	Volumen (m3)			Peso (Kg)		
	Cemento	Aserrín	Agua	Cemento	Aserrín	Agua
1:1	1	1	0.500	3150	1486	500
1:2	0.50	1	0.250	1575	1486	250
1:3	0.33	1	0.167	1050	1486	166.7
1:3.5	0.29	1	0.143	900	1486	142.9
1:4	0.25	1	0.125	787.5	1486	125

Tabla 12

Cuantía de Materiales para 1 ladrillo Cemento: Aserrín, con R a/c de 0.50

Proporción cemento: aserrín	Volumen (m3)			Peso (Kg)		
	Cemento	Aserrín	Agua	Cemento	Aserrín	Agua
1:1	0.00188	0.00188	0.00094	5.906	2.786	0.94
1:2	0.00094	0.00188	0.00047	2.953	2.786	0.47
1:3	0.00063	0.00188	0.00031	1.969	2.786	0.31
1:3.5	0.00054	0.00188	0.00027	1.688	2.786	0.27
1:4	0.00047	0.00188	0.00023	1.477	2.786	0.23

b) Elaboración del molde

El molde metálico con bridas de abertura en los laterales se ha elaborado con las dimensiones internas de 0.25x0.25 m de largo y ancho, con un espesor de 0.03 m, tiene un sistema de abertura que facilita su proceso de desmolde, también cuenta con asas laterales para facilitar su manipulación de un lugar a otro.

Figura 17

Vista del Molde para Producción de Ladrillos Pasteleros



c) Mezcla del concreto

En la mezcladora de concreto, se agregan los ingredientes para preparar el concreto. La proporción típica ha sido de 1 parte de cemento, y 1, 2, 3, 3.5 y 4 partes de aserrín y la cantidad suficiente de agua para obtener una consistencia similar a una pasta espesa con 3'' a 4'' de asentamiento, siendo la relación agua: cemento (R a/c) que se ha definido 0.50. El aserrín se añade gradualmente a la mezcla de concreto, mezclándolo minuciosamente para lograr una distribución uniforme en la masa.

Figura 18 *Ensayo de Asentamiento de la Mezcla de Concreto*



d) Moldeo de los ladrillos pasteleros

La mezcla de concreto y aserrín se vierte en los moldes para ladrillos de concreto. Se nivelan las superficies de la mezcla con la ayuda de una pala u otra herramienta plana, y se golpea suavemente los moldes para eliminar cualquier burbuja de aire y compactar la mezcla.

Figura 19

Moldeo de los Ladrillos Pasteleros



e) Desmoldeo, curado y secado

Tras algunas horas, cuando el concreto haya comenzado a endurecer, se procede a desmoldar con cuidado los ladrillos. Estos se colocan sobre un contenedor con mezcla de agua cal, 10g cal/100 lts agua, y se dejan curar por una semana. Luego de la semana se sacan estos y se dejan secar uniformemente hasta completar los 28 días. Durante el proceso de secado, se recomienda voltear los ladrillos periódicamente para asegurar un secado uniforme.

Figura 20

Desmoldado, Curado y Secado de Ladrillos de Cemento: Aserrín



3.6.1.5. Ensayos en los ladrillos pasteleros de techo en base a la NTP 331.041

(INACAL, 2017)

a) Variación dimensional

El procedimiento para realizar el ensayo de variación dimensional de los ladrillos pasteleros de concreto es el siguiente:

- Se seleccionan cinco ladrillos pasteleros de concreto del mismo tamaño y composición.
- Se mide y registra la longitud, anchura y altura de cada ladrillo usando la regla o cinta métrica. Cada una de las medidas, se obtiene como promedio de las cuatro medidas entre los puntos medios de los bordes terminales de cada cara.

Figura 21

Variación Dimensional de los Ladrillos Pasteleros de Techo



b) Alabeo

El procedimiento para realizar el ensayo de alabeo de los ladrillos pasteleros de concreto es el correspondiente al método “A”:

- Se seleccionan cinco ladrillos pasteleros de concreto del mismo tamaño y composición.

- Se coloca cada ladrillo sobre una superficie plana y estable.
- Se utiliza el nivel para comprobar la horizontalidad de los ladrillos. Se coloca el nivel en diferentes puntos de los ladrillos (superficie superior y laterales) y se ajusta hasta que el nivel indique que el ladrillo está perfectamente horizontal.
- Se mide y registra el alabeo del ladrillo. Para hacerlo, se coloca el borde recto de la regla sobre una diagonal de la cara de apoyo del ladrillo. Se introduce en cada vértice una cuña en forma perpendicular a la regla y se busca el punto de apoyo de la regla sobre la diagonal, para el cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida. Se repite el procedimiento, sobre la otra diagonal de la misma cara de apoyo.
- Se repite el proceso con cada ladrillo para obtener un promedio del alabeo.

Figura 22

Alabeo de los Ladrillos Pasteleros de Techo



c) Absorción

El ensayo de absorción de los ladrillos pasteleros según la NTP 331.041 se realiza mediante los procesos de secado y saturación. A continuación, se presenta el procedimiento:

- **Preparación de los ladrillos:** Se seleccionan cinco ladrillos pasteleros de concreto del mismo tamaño y composición.
- **Secado:** Se calientan los especímenes en la estufa entre 105 °C a 110 °C por lo menos durante 2 h y luego de enfriados a temperatura ambiente, se pesan con la precisión de 0.5 g. Se repite el tratamiento hasta que se obtenga peso constante. Para enfriar los especímenes se recomienda colocar sin amontonarlos en una cámara o local con libre circulación de aire seco, manteniéndolos a temperatura ambiente durante 4 h. Se entiende como peso constante, si la diferencia entre dos pesadas sucesivas con intervalo de 2 h no es mayor de 0.2% de la última pesada previa.
- **Saturación:** Los ladrillos secos se introducen en el baño lleno de agua destilada o de lluvia manteniéndolos completamente sumergidos durante 24 h, asegurando que la temperatura del baño está comprendida entre 15 °C a 30 °C. Transcurrido el tiempo indicado se retiran los ladrillos del baño, se secan superficialmente con un trapo húmedo y se pesan. Cada espécimen se debe pesar dentro de los 5 min a partir del instante en que se extraen del baño.
- **Pesar los ladrillos saturados:** Cada ladrillo se vuelve a pesar en la misma balanza de precisión y se registra el peso final.

Figura 23

Absorción de los Ladrillos Pasteleros de Techo



d) Resistencia a carga de rotura

El ensayo de resistencia a carga de rotura en ladrillos pasteleros, de acuerdo con la norma NTP 331.041 (INACAL, 2017), se lleva a cabo con el procedimiento:

Preparación de los ladrillos: Se seleccionan cinco ladrillos pasteleros de concreto del mismo tamaño y composición.

Medición de las dimensiones: Se registran las dimensiones del ladrillo, incluyendo el largo, ancho y alto, utilizando un calibrador o instrumento de medición adecuado.

Colocación del ladrillo en la máquina de ensayo: Se coloca el espécimen con la cara mayor más plana sobre los soportes asegurando que la luz entre éstos sea de 20 cm.

Aplicación de la carga: Se hace descender suavemente la placa de acero y el cabezal superior hasta obtener un contacto perfecto sobre la otra cara del espécimen entre soportes y se aplica la carga. La rapidez en el incremento de la carga no debe ser mayor de 1000 daN/min y se considera cumplida dicha condición si la velocidad del cabezal móvil de la máquina no es mayor de 1.25 mm/min. La carga se aplica en el centro de la luz, por medio de una placa de acero de aproximadamente 6.5 mm de espesor, 40 mm y de longitud no menor que el ancho del espécimen.

Registro de la carga máxima: Durante la aplicación de la carga, se registra el valor máximo de carga alcanzado justo antes de la rotura del ladrillo. Este valor se registra en kg.

Figura 24

Resistencia a Carga de Rotura de los Ladrillos Pasteleros de Techo



3.6.1.6. Elección de la dosificación adecuada

Para determinar la dosificación adecuada en la fabricación de ladrillos pasteleros de concreto para cobertura de techo, se han llevado a cabo ensayos de absorción y resistencia a carga de rotura en distintas proporciones de cemento y aserrín.

El ensayo de absorción evalúa la capacidad de los ladrillos para absorber agua. Se han realizado pruebas sumergiendo los ladrillos en agua durante un periodo determinado y luego se ha medido la cantidad de agua absorbida por cada muestra. Estos resultados son importantes para determinar el porcentaje de cemento que se debe utilizar, ya que un nivel de absorción adecuado asegura la resistencia y durabilidad de los ladrillos. Por otro lado, el ensayo de resistencia a carga de rotura permite conocer la resistencia estructural de los ladrillos. Durante este ensayo, se aplica una carga gradual en la máquina de ensayo hasta que los ladrillos se rompen. Se registran las cargas máximas alcanzadas y se comparan con los valores establecidos por las normas y requisitos aplicables. Estos resultados son fundamentales para determinar la dosificación adecuada de cemento y aserrín, ya que influirán directamente en la resistencia final del ladrillo.

Con base en los resultados de estos ensayos, se analizan y comparan las distintas dosificaciones de cemento y aserrín utilizadas en la fabricación de los ladrillos. Se busca encontrar una proporción que cumpla con los requisitos de absorción y resistencia establecidos por las normas y que garantice la calidad y rendimiento de los ladrillos. Es importante mencionar que la elección de la dosificación adecuada puede variar dependiendo de los requerimientos de cada proyecto, así como de las condiciones locales y el uso previsto de los ladrillos pasteleros de concreto. Por lo tanto, es necesario contar con un proceso de evaluación continua para garantizar la calidad y el cumplimiento de los estándares establecidos.

3.6.2. *Procesamiento de datos*

Para llevar a cabo el procesamiento de datos de los ensayos físicos y mecánicos de los ladrillos pasteleros de concreto con cemento y aserrín, se utilizó el programa Microsoft Excel 2022. Mediante técnicas de organización, resumen y agrupación, se aseguró que los resultados se presentaran de manera clara y concisa en tablas y gráficos. De esta manera, se pudo analizar de forma eficiente la información recopilada y obtener conclusiones relevantes sobre las propiedades de los ladrillos pasteleros.

3.6.3. *Análisis de datos*

Los datos de los ensayos físicos y mecánicos de los ladrillos pasteleros de concreto con cemento y aserrín han sido sometidos a un análisis e interpretación exhaustivos basados en la normativa NTP 331.041 (INACAL, 2017). El objetivo principal del análisis fue verificar si los ladrillos cumplen con los requisitos geométricos, físicos y mecánicos establecidos por dicha normativa.

Para llevar a cabo este proceso, se utilizó el programa Minitab 22, conocido por su capacidad de realizar análisis inferenciales. Durante este análisis, se evaluaron tanto la hipótesis nula (H_0) como la hipótesis alternativa (H_1), con un nivel de confianza del 95%. Este enfoque permitió determinar de manera precisa y objetiva si los resultados obtenidos de los ensayos son estadísticamente aceptables o si, por el contrario, deben ser rechazados.

El análisis e interpretación de los datos se llevó a cabo con el objetivo de asegurar la calidad de los ladrillos pasteleros de concreto con cemento y aserrín. Mediante este proceso, se obtuvieron conclusiones relevantes sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos por la normativa, lo que fue de gran importancia para garantizar la seguridad y confiabilidad de estos materiales.

3.7. Aspectos éticos

Los aspectos éticos de la investigación se refieren al cumplimiento de normas y principios éticos en todas las etapas del estudio. En cuanto a los criterios de rigor científico, es importante asegurar un diseño y metodología adecuados para obtener resultados válidos y confiables. Algunos de los aspectos éticos y criterios de rigor científico considerados fueron: (Keyeux, 2006)

Responsabilidad social: Considerar el impacto social de la producción y uso de estos ladrillos, teniendo en cuenta aspectos como las condiciones laborales de los trabajadores, el respeto a los derechos humanos y la contribución a la comunidad.

Sostenibilidad: Evaluar el impacto ambiental a largo plazo de la producción y uso de estos ladrillos, teniendo en cuenta la cantidad de cemento, aserrín y otros materiales utilizados, así como el ciclo de vida de los mismos.

Diseño de investigación sólido: Se debe utilizar un diseño de investigación apropiado para responder a las preguntas de investigación planteadas y evitar sesgos o limitaciones inadvertidas.

Muestreo representativo: Debe seguir procedimientos probabilísticos para garantizar que la muestra sea representativa de la población objetivo.

Métodos de recolección de datos válidos y confiables: Se debe asegurar que los instrumentos de medición sean válidos y confiables.

Transparencia: garantizar que toda la información relevante sobre los ladrillos pasteleros de concreto de cemento aserrín esté disponible y sea accesible para todas las partes interesadas, de manera que puedan tomar decisiones informadas.

Seguridad: Asegurarse de que los ladrillos pasteleros de concreto de cemento aserrín cumplan con los estándares de seguridad y calidad requeridos, de manera que no representen riesgos para la salud o el bienestar de las personas.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. *Propiedades físicas del aserrín de pino*

El aserrín de pino es un residuo que se obtiene al cortar madera “*Pinus radiata*” y su tamaño varía entre 0.15 mm y 19 mm, similar a la gradación de la arena de mortero. Cumple con los límites establecidos por la norma E.070 (MVCS, 2006) para ser utilizado como árido en mortero. Tal como, en la producción de ladrillos pasteleros de concreto con cemento: aserrín de pino, en dosificaciones de 1:1, 1:2, 1:3 y 1:4 en volumen. El aserrín tiene una humedad natural del 15.98%. Esto indica que el aserrín no está completamente seco y tiene cierta cantidad de agua en su composición. Esta humedad puede afectar sus propiedades físicas y su comportamiento en determinadas aplicaciones o procesos. Es decir, la humedad natural del aserrín afecta la proporción de agua en la mezcla con una relación agua/cemento (a/c) de 0.50, por ello, durante la producción de los ladrillos pasteleros de cemento: aserrín, se ha realizado las correcciones respectivas en la dosificación de agua. El peso específico de masa, saturado superficialmente seco (SSS) y aparente del aserrín es respectivamente 1.49, 1.62 y 2.60 g/cm³. Esto significa que, ocupando el mismo volumen que otros agregados, el aserrín tiene un peso específico similar. Sin embargo, la diferencia más notable se encuentra en el peso unitario suelto y compactado del aserrín debido a su porosidad, su textura granular y la consistencia blanda del residuo maderero. El peso unitario suelto del aserrín es de 147 kg/m³ y el compactado es de 216 kg/m³, lo que, indica que el aserrín tiene un bajo peso en una unidad de volumen cuando se encuentra disperso y compactado, a pesar de ser mayor el peso unitario compactado que, el

peso unitario suelto, por tanto, el aserrín es liviano tanto en su estado suelto como compactado, lo cual es relevante para el manejo y transporte de este material en diferentes aplicaciones, tal como, la producción de ladrillos pasteleros de concreto. En resumen, el aserrín es un material liviano, de bajo peso unitario, que no se encuentra seco sino en estado húmedo y que presenta una gradación similar a la arena de mortero para su uso en aplicaciones afines.

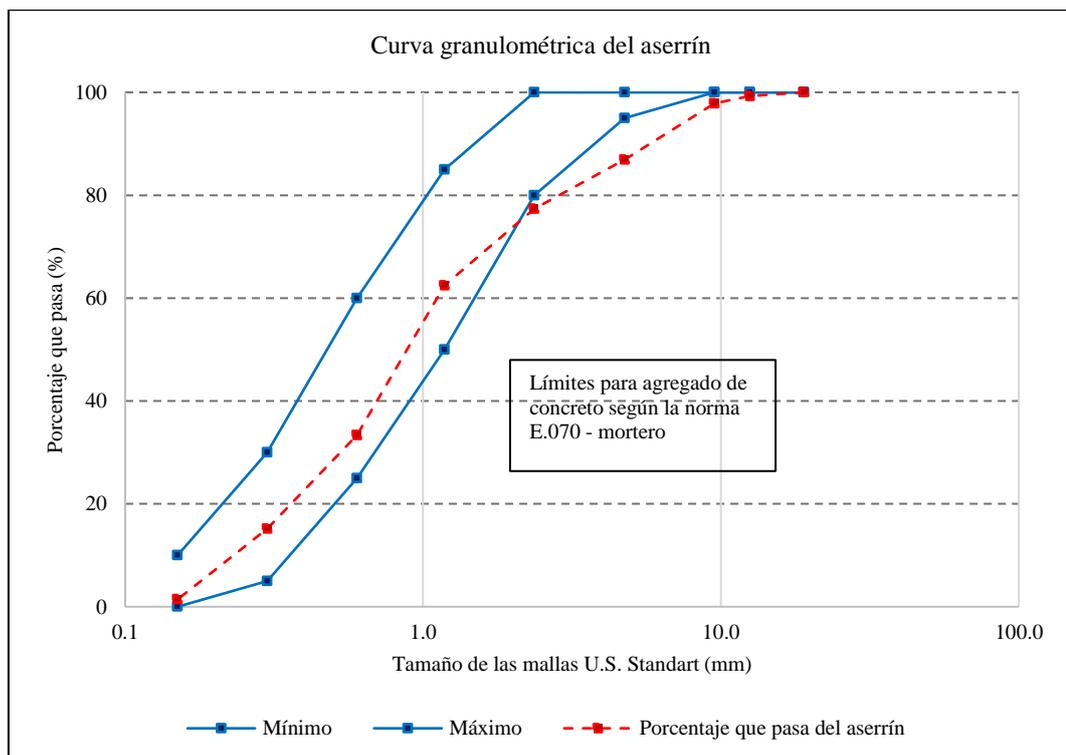
Tabla 13

Propiedades Físicas del Aserrín

Característica	Aserrín
Humedad natural (%)	15.98
Peso específico de masa (g/cm ³)	1.486
Peso específico SSS (g/cm ³)	1.622
Peso específico aparente (g/cm ³)	2.6
Absorción (%)	9.1
Peso unitario suelto (kg/m ³)	147
Peso unitario compactado (kg/m ³)	216

Figura 25

Curva Granulométrica del Aserrín



4.1.2. Ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín de pino

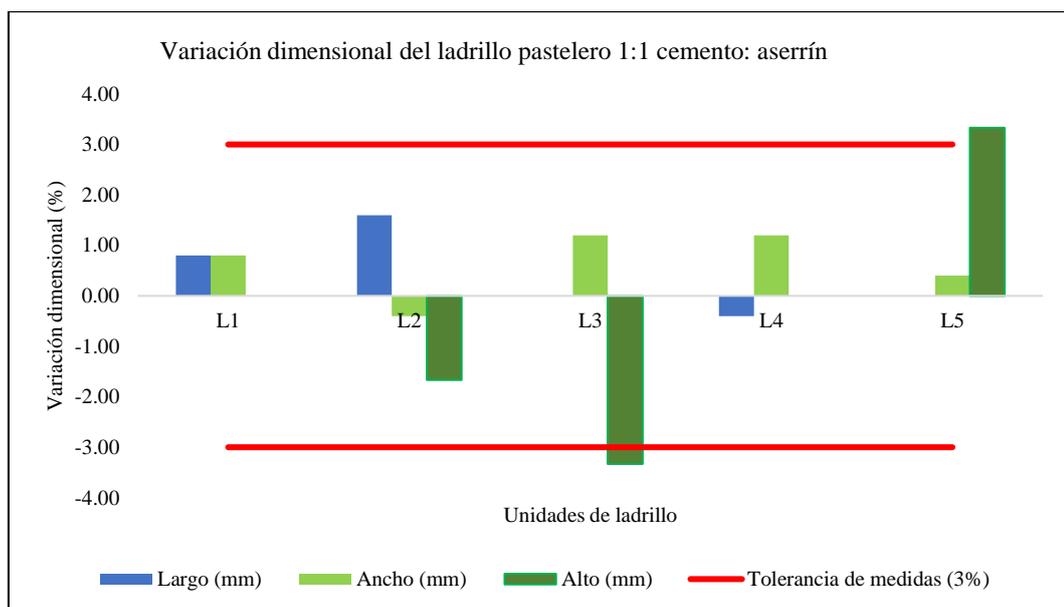
4.1.2.1. Ladrillos pasteleros de 1:1 cemento: aserrín

Los ladrillos de concreto cemento: aserrín de pino hechos con la proporción 1:1 en volumen, cumplen parcialmente con la variación dimensional de acuerdo a la NTP 331.041 (INACAL, 2017), debido a que, la variación en largo y ancho es menor al 3%, pero la variación dimensional en altura de dos de los cinco paneles analizados supera el límite de $\pm 3\%$, no obstante, en promedio la variación dimensional no es significativa siendo menor a $\pm 1\%$.

Tabla 14 Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín

Ladrillo pastelero	Largo (%)	Ancho (%)	Alto (%)
L1	0.80	0.80	0.00
L2	1.60	-0.40	-1.67
L3	0.00	1.20	-3.33
L4	-0.40	1.20	0.00
L5	0.00	0.40	3.33
Máximo	1.60	1.20	3.33
Mínimo	-0.40	-0.40	-3.33
Promedio	0.40	0.64	-0.33

Figura 26 Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín

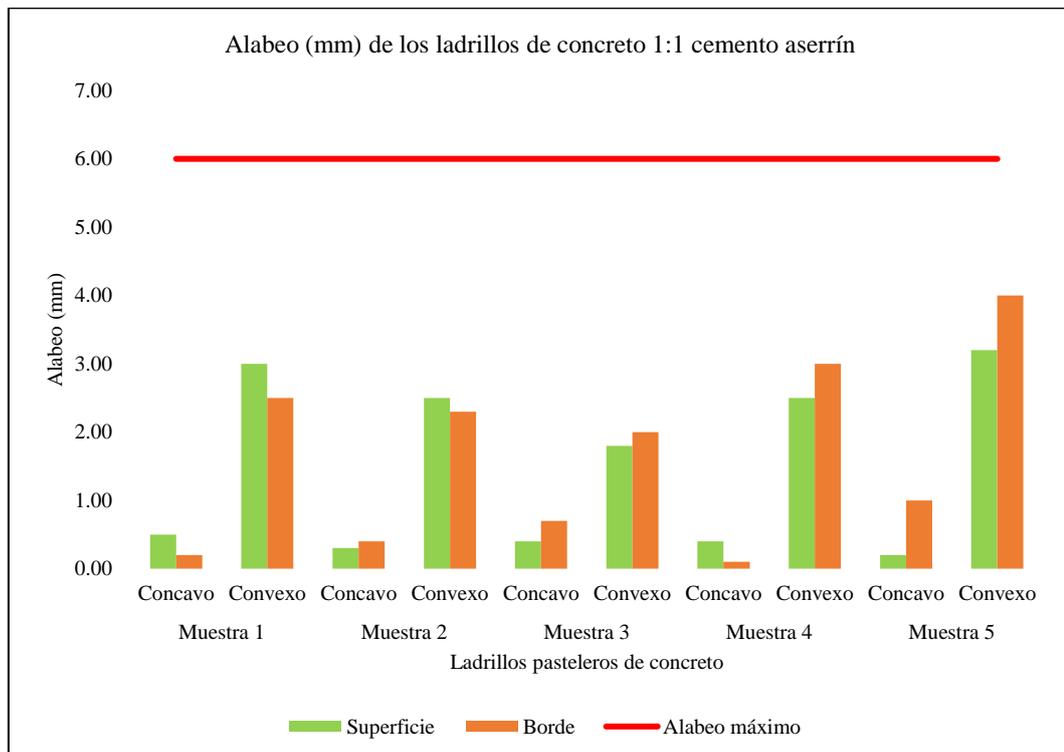


En cuanto al alabeo en concavidad y convexidad, tanto en superficie como en borde, los ladrillos de concreto cemento: aserrín no superan el límite de 6 mm, por lo que, cumplen con el requisito geométrico dado en la NTP 331.041 (INACAL, 2017), para su uso como cobertura en techos.

Tabla 15 Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín

Ladrillo pastelero	Alabeo (mm)	Superficie (mm)	Borde (mm)
1	Cóncavo	0.50	0.2
	Convexo	3.00	2.5
2	Cóncavo	0.30	0.4
	Convexo	2.50	2.3
3	Cóncavo	0.40	0.7
	Convexo	1.80	2
4	Cóncavo	0.40	0.1
	Convexo	2.50	3
5	Cóncavo	0.2	1
	Convexo	3.2	4
Máximo		3.20	4.00

Figura 27 Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín

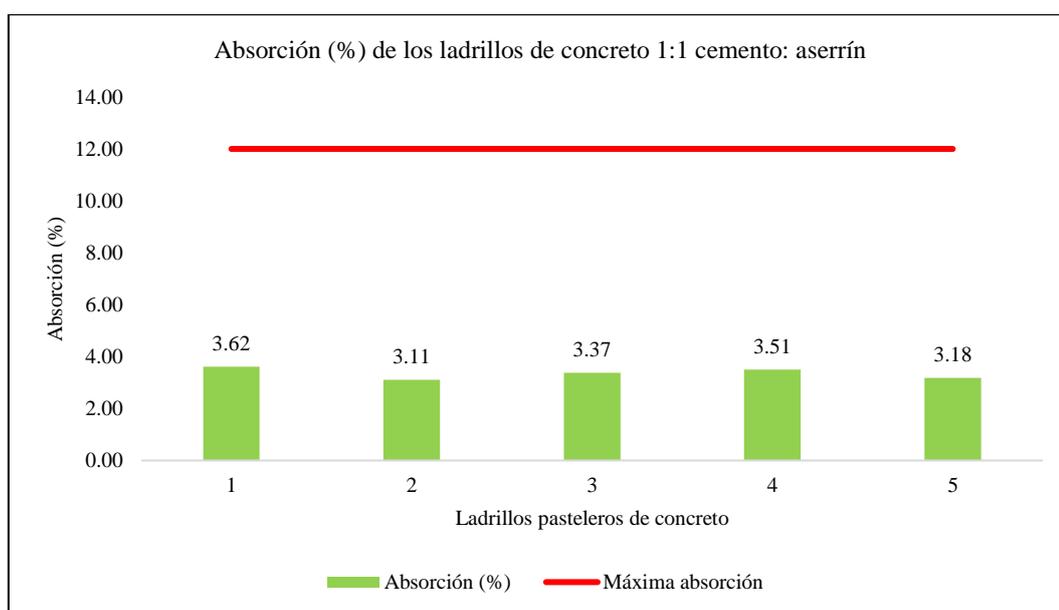


Respecto a la absorción, los ladrillos con 1:1 cemento: aserrín, tienen una baja absorción siendo en promedio 3.36%, por lo que, no superan el 12% de absorción cumpliendo con la NTP 331.041 (INACAL, 2017), presentan buena resistencia a la intemperie, sobre todo para aquellos lugares con lluvias continuas, donde se requiere que los materiales a ser utilizados como cubierta de techo, cumplan con ciertos requisitos mínimos de durabilidad y resistencia al flujo de agua. Así mismo, el peso sumergido y seco de los ladrillos con 1:1 cemento: aserrín es 2.94 y 2.85 kg, son livianos, con pesos similares a los ladrillos comerciales.

Tabla 16 Absorción del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín

Ladrillo	Peso sumersión (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)
1	2921	2819	3.62
2	2914	2826	3.11
3	2972	2875	3.37
4	2952	2852	3.51
5	2956	2865	3.18
Promedio	2943	2847	3.36
Desv. Estándar	24.58	24.28	0.21
Absorción (%)	2918	2823	3.14

Figura 28 Absorción del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín



Los ladrillos para coberturas deben cumplir con requisitos de resistencia, estando estos regidos por la resistencia a la rotura, siendo para los ladrillos pasteleros 1:1 cemento: aserrín de 19.38 kg/cm, superando crecientemente la resistencia solicitada por la NTP 331.041 (INACAL, 2017) de tan solo 7.5 kg/cm, por tanto, la resistencia a la rotura alcanzada representa 2.60 veces la resistencia solicitada por la normatividad, representando el 158.42% más de capacidad mecánica.

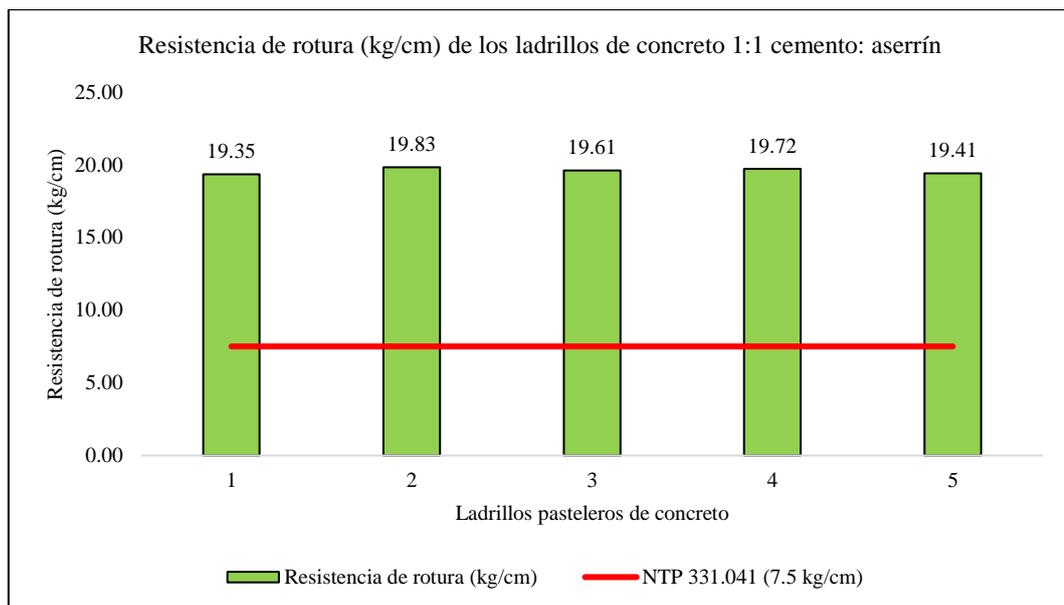
Tabla 17

Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín

Ladrillo	Resistencia de rotura (kg/cm)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)
1	19.35	63.65
2	19.83	65.23
3	19.61	63.24
4	19.72	63.59
5	19.41	63.84
Promedio	19.58	63.91
Dv. Estándar	0.203	0.769
F'b	19.38	63.14

Figura 29

Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:1 Cemento: Aserrín



4.1.2.2.Ladrillos pasteleros de 1:2 cemento: aserrín

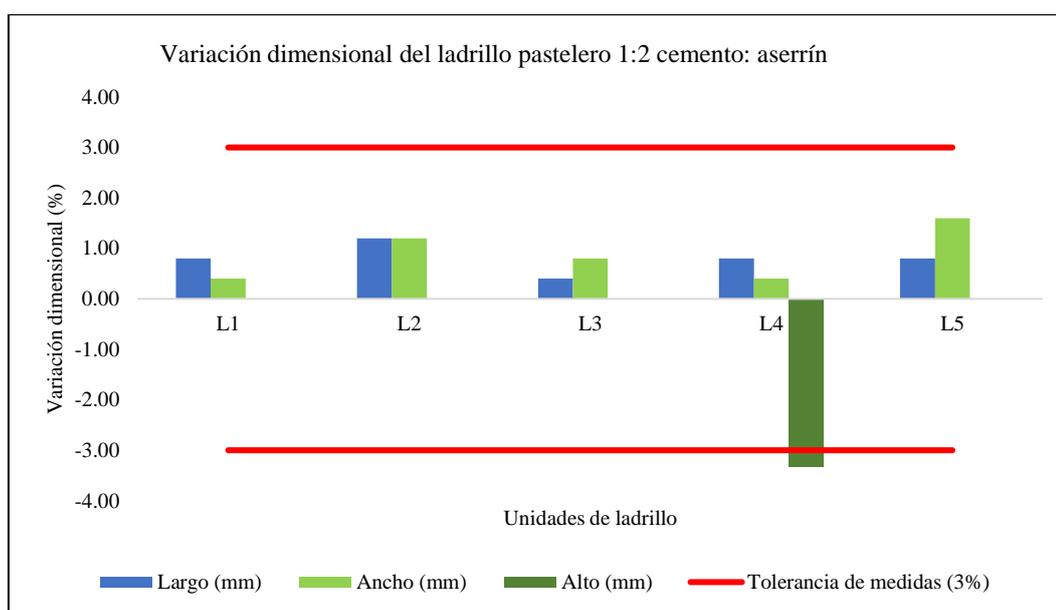
Los ladrillos de concreto cemento: aserrín de pino hechos con la proporción 1:2 en volumen, cumplen parcialmente con la variación dimensional de acuerdo a la NTP 331.041 (INACAL, 2017), debido a que, la variación en largo y ancho es menor al 3%, pero la variación dimensional en altura uno de los cinco paneles analizados supera el límite de $\pm 3\%$, no obstante, en promedio la variación dimensional no es significativa siendo menor a $\pm 1\%$.

Tabla 18

Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:2 Cemento: Aserrín

Ladrillo pastelero	Largo (%)	Ancho (%)	Alto (%)
L1	0.80	0.40	0.00
L2	1.20	1.20	0.00
L3	0.40	0.80	0.00
L4	0.80	0.40	-3.33
L5	0.80	1.60	0.00
Máximo	1.20	1.60	0.00
Mínimo	0.40	0.40	-3.33
Promedio	0.80	0.88	-0.67

Figura 30 *Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:2 Cemento: Aserrín*



En cuanto al alabeo en concavidad y convexidad, tanto en superficie como en borde, los ladrillos de concreto cemento: aserrín no superan el límite de 6 mm, por lo que, cumplen con el requisito geométrico dado en la NTP 331.041 (INACAL, 2017), para su uso como cobertura en techos.

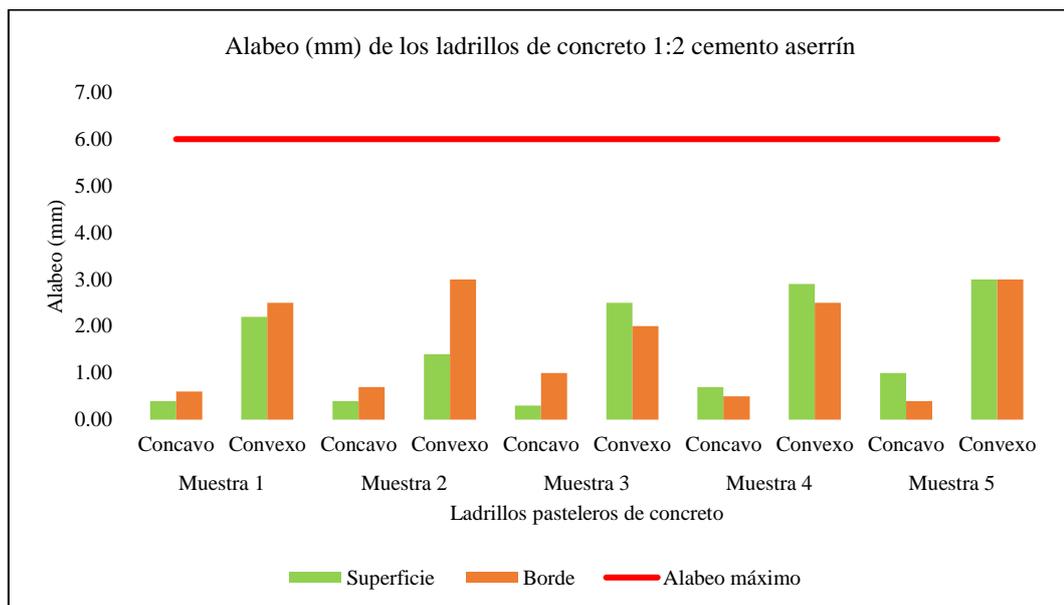
Tabla 19

Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:2 Cemento: Aserrín

Ladrillo pastelero	Alabeo (mm)	Superficie (mm)	Borde (mm)
1	Cóncavo	0.40	0.6
	Convexo	2.20	2.5
2	Cóncavo	0.40	0.7
	Convexo	1.40	3
3	Cóncavo	0.30	1
	Convexo	2.50	2
4	Cóncavo	0.70	0.5
	Convexo	2.90	2.5
5	Cóncavo	1	0.4
	Convexo	3	3
Máximo		3.00	3.00

Figura 31

Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:2 Cemento: Aserrín

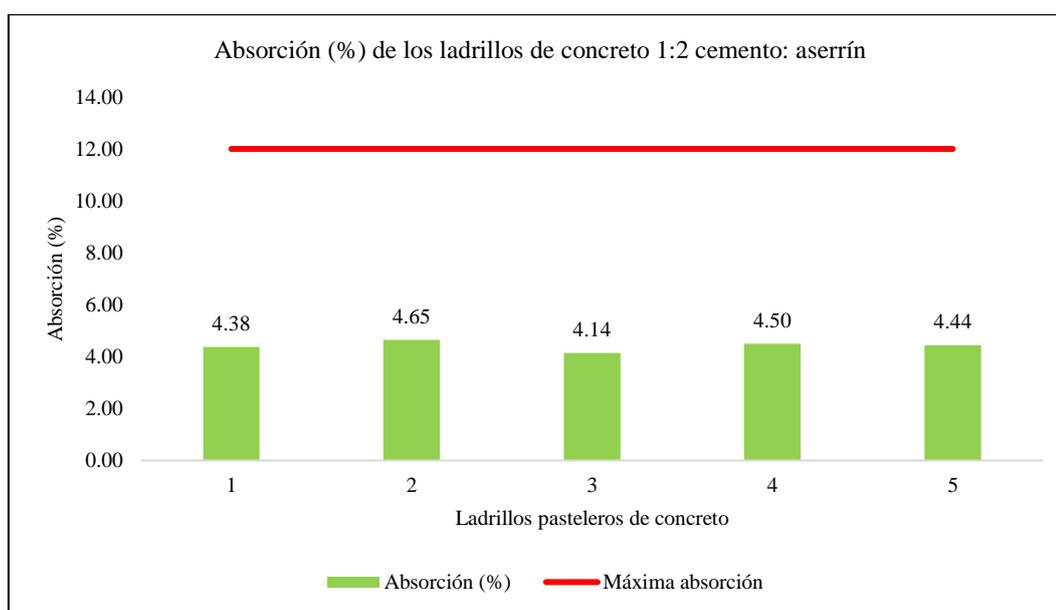


Respecto a la absorción, los ladrillos con 1:2 cemento: aserrín, tienen una baja absorción siendo en promedio 4.42%, por lo que, no superan el 12% de absorción cumpliendo con la NTP 331.041 (INACAL, 2017), presentan buena resistencia a la intemperie, sobre todo para aquellos lugares con lluvias continuas, donde se requiere que los materiales a ser utilizados como cubierta de techo, cumplan con ciertos requisitos mínimos de durabilidad y resistencia al flujo de agua. Así mismo, el peso sumergido y seco de los ladrillos con 1:1 cemento: aserrín es 2.37 y 2.27 kg, son livianos, con pesos similares a los ladrillos comerciales.

Tabla 20 *Absorción del Ladrillo Pastelero 1:2 Cemento: Aserrín*

Ladrillo	Peso sumersión (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)
1	2455	2352	4.38
2	2478	2368	4.65
3	2313	2221	4.14
4	2228	2132	4.50
5	2352	2252	4.44
Promedio	2365	2265	4.42
Desv. Estándar	103.09	97.43	0.18
Absorción (%)	2262	2168	4.24

Figura 32 *Absorción del Ladrillo Pastelero 1:2 Cemento: Aserrín*



4.1.2.3.Ladrillos pasteleros de 1:3 cemento: aserrín

Los ladrillos de concreto cemento: aserrín de pino hechos con la proporción 1:3 en volumen, cumplen totalmente con la variación dimensional de acuerdo a la NTP 331.041 (INACAL, 2017), debido a que, la variación en largo, ancho y espesor es menor al límite de $\pm 3\%$, siendo así, en promedio la variación dimensional no es significativa debido a que es menor a $\pm 1\%$.

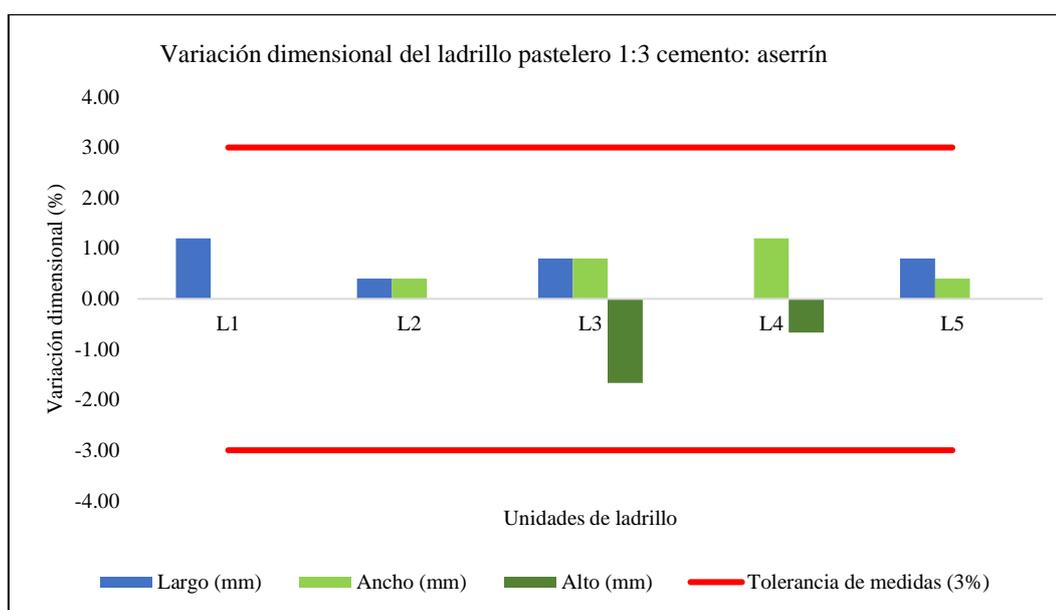
Tabla 22

Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín

Ladrillo pastelero	Largo (%)	Ancho (%)	Alto (%)
L1	1.20	0.00	0.00
L2	0.40	0.40	0.00
L3	0.80	0.80	-1.67
L4	0.00	1.20	-0.67
L5	0.80	0.40	0.00
Máximo	1.20	1.20	0.00
Mínimo	0.00	0.00	-1.67
Promedio	0.64	0.56	-0.47

Figura 34

Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín



En cuanto al alabeo en concavidad y convexidad, tanto en superficie como en borde, los ladrillos de concreto cemento: aserrín no superan el límite de 6 mm, por lo que, cumplen con el requisito geométrico dado en la NTP 331.041 (INACAL, 2017), para su uso como cobertura en techos.

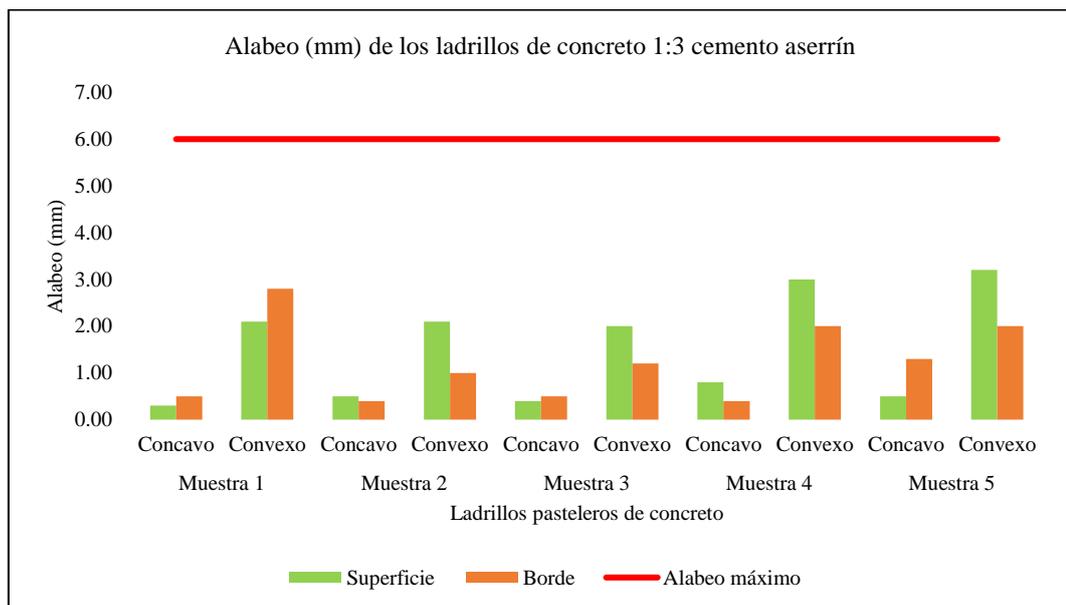
Tabla 23

Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín

Ladrillo pastelero	Alabeo (mm)	Superficie (mm)	Borde (mm)
1	Cóncavo	0.30	0.5
	Convexo	2.10	2.8
2	Cóncavo	0.50	0.4
	Convexo	2.10	1
3	Cóncavo	0.40	0.5
	Convexo	2.00	1.2
4	Cóncavo	0.80	0.4
	Convexo	3.00	2
5	Cóncavo	0.5	1.3
	Convexo	3.2	2
Máximo		3.20	2.80

Figura 35

Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín

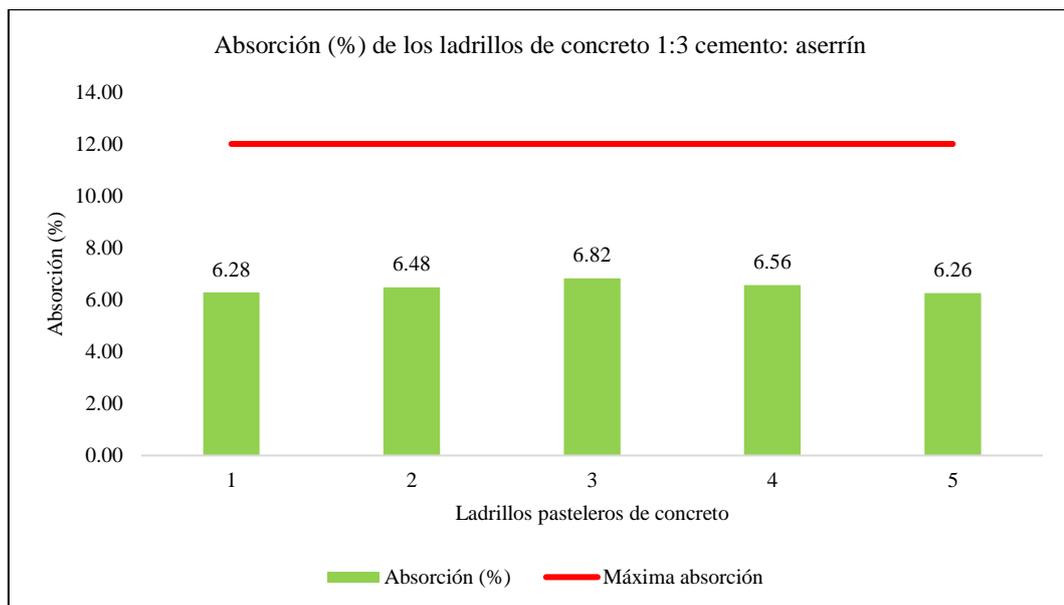


Respecto a la absorción, los ladrillos con 1:3 cemento: aserrín, tienen una baja absorción siendo en promedio 6.59%, por lo que, no superan el 12% de absorción cumpliendo con la NTP 331.041 (INACAL, 2017), presentan buena resistencia a la intemperie, sobre todo para aquellos lugares con lluvias continuas, donde se requiere que los materiales a ser utilizados como cubierta de techo, cumplan con ciertos requisitos mínimos de durabilidad y resistencia al flujo de agua. Así mismo, el peso sumergido y seco de los ladrillos con 1:3 cemento: aserrín es 1.96 y 1.84 kg, son livianos, con pesos similares a los ladrillos comerciales.

Tabla 24 *Absorción del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín*

Ladrillo	Peso sumersión (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)
1	1981	1864	6.28
2	1972	1852	6.48
3	1988	1861	6.82
4	1916	1798	6.56
5	1935	1821	6.26
Promedio	1958	1839	6.48
Desv. Estándar	31.29	28.65	0.23
Absorción (%)	1927	1811	6.25

Figura 36 *Absorción del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín*



Los ladrillos para coberturas deben cumplir con requisitos de resistencia, estando estos regidos por la resistencia a la rotura, siendo para los ladrillos pasteleros 1:3 cemento: aserrín de 9.46 kg/cm, superando crecientemente la resistencia solicitada por la NTP 331.041 (INACAL, 2017) de tan solo 7.5 kg/cm, por tanto, la resistencia a la rotura alcanzada representa 1.17 veces la resistencia solicitada por la normatividad, representando el 17.05% más de capacidad mecánica.

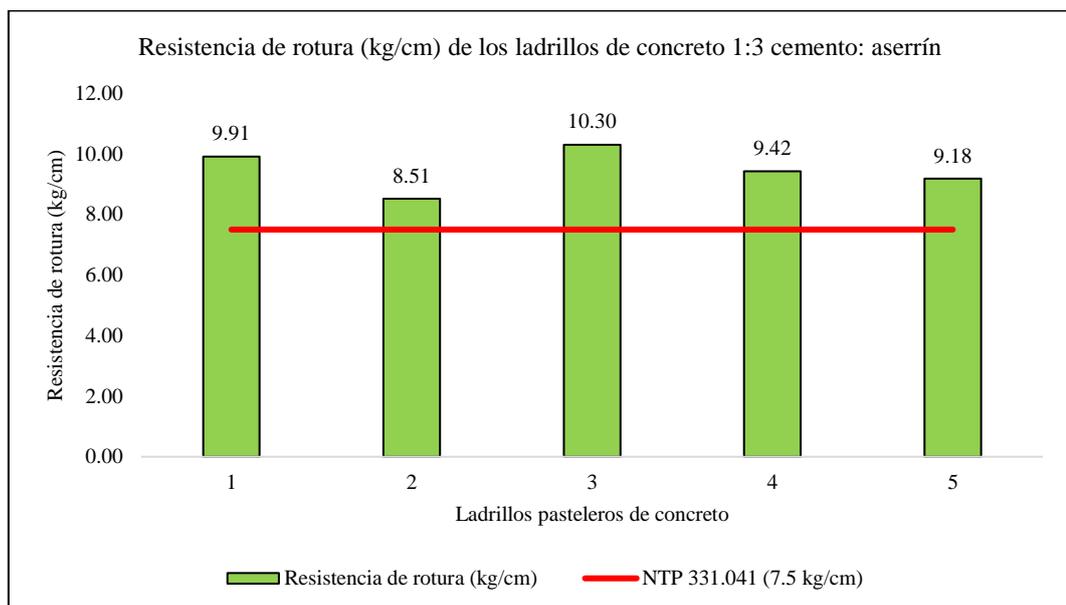
Tabla 25

Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín

Ladrillo	Resistencia de rotura (kg/cm)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)
1	9.91	32.98
2	8.51	28.29
3	10.30	34.33
4	9.42	31.41
5	9.18	29.79
Promedio	9.46	31.36
Dv. Estándar	0.685	2.415
F'b	8.78	28.94

Figura 37

Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:3 Cemento: Aserrín



4.1.2.4.Ladrillos pasteleros de 1:3.5 cemento: aserrín

Los ladrillos de concreto cemento: aserrín de pino hechos con la proporción 1:3.5 en volumen, cumplen totalmente con la variación dimensional de acuerdo a la NTP 331.041 (INACAL, 2017), debido a que, la variación en largo, ancho y espesor es menor al límite de $\pm 3\%$, además, en promedio la variación dimensional no es significativa siendo menor a $\pm 1\%$.

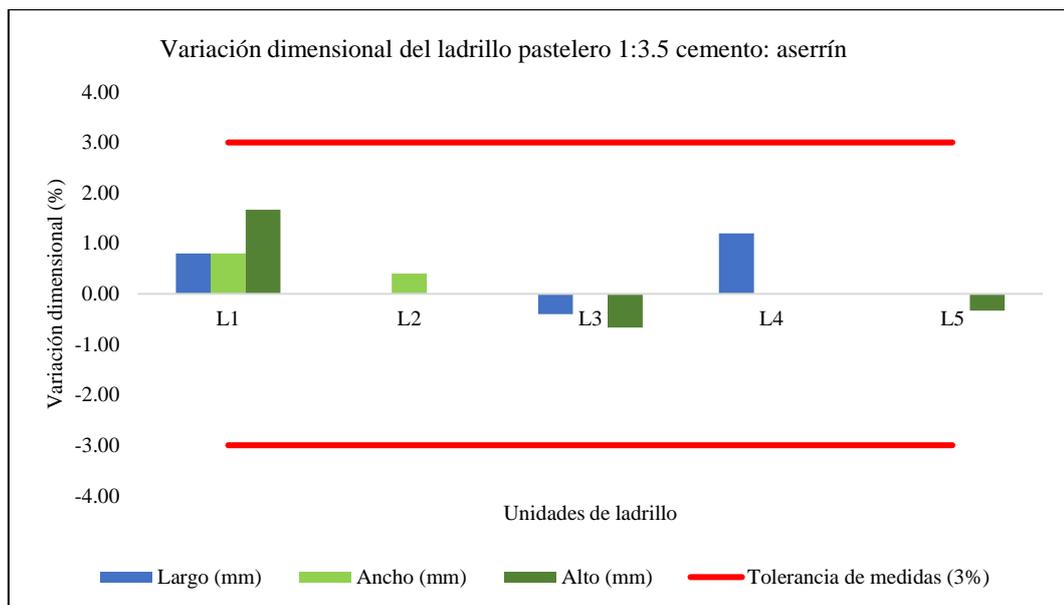
Tabla 26

Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín

Ladrillo pastelero	Largo (%)	Ancho (%)	Alto (%)
L1	0.80	0.80	1.67
L2	0.00	0.40	0.00
L3	-0.40	0.00	-0.67
L4	1.20	0.00	0.00
L5	0.00	0.00	-0.33
Máximo	1.20	0.80	1.67
Mínimo	-0.40	0.00	-0.67
Promedio	0.32	0.24	0.13

Figura 38

Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín



En cuanto al alabeo en concavidad y convexidad, tanto en superficie como en borde, los ladrillos de concreto cemento: aserrín no superan el límite de 6 mm, por lo que, cumplen con el requisito geométrico dado en la NTP 331.041 (INACAL, 2017), para su uso como cobertura en techos.

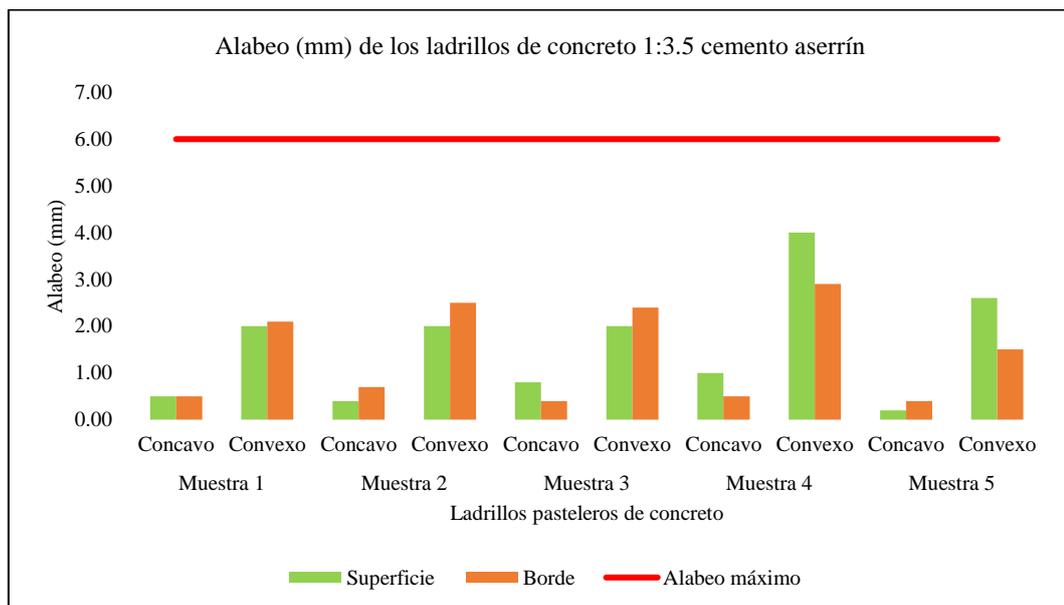
Tabla 27

Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín

Ladrillo pastelero	Alabeo (mm)	Superficie (mm)	Borde (mm)
1	Cóncavo	0.50	0.5
	Convexo	2.00	2.1
2	Cóncavo	0.40	0.7
	Convexo	2.00	2.5
3	Cóncavo	0.80	0.4
	Convexo	2.00	2.4
4	Cóncavo	1.00	0.5
	Convexo	4.00	2.9
5	Cóncavo	0.2	0.4
	Convexo	2.6	1.5
Máximo		4.00	2.90

Figura 39

Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín

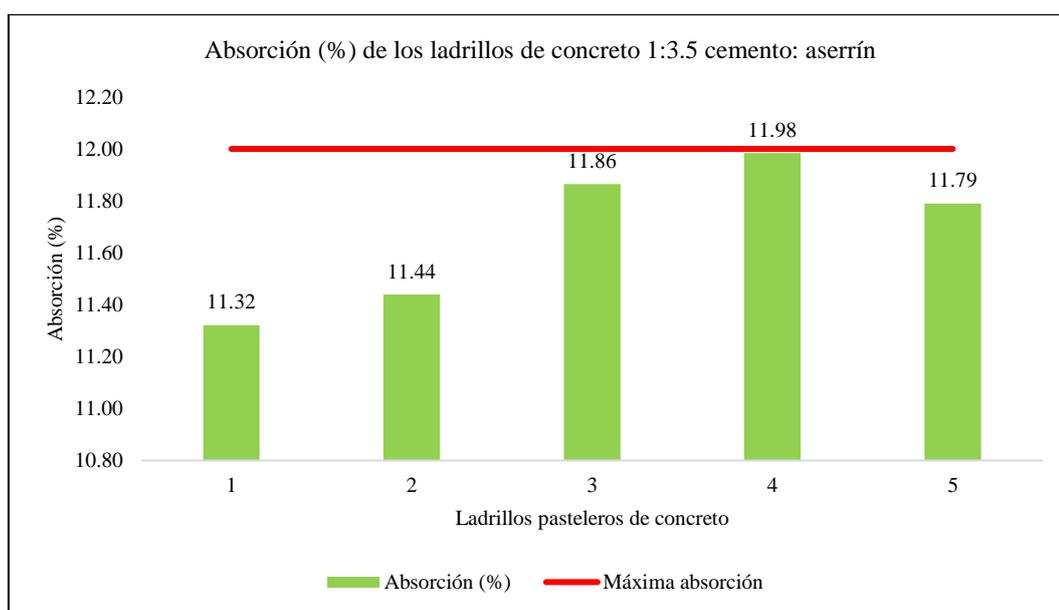


Respecto a la absorción, los ladrillos con 1:3.5 cemento: aserrín, tienen una baja absorción siendo en promedio 11.68%, por lo que, no superan el 12% de absorción cumpliendo con la NTP 331.041 (INACAL, 2017), presentan buena resistencia a la intemperie, sobre todo para aquellos lugares con lluvias continuas, donde se requiere que los materiales a ser utilizados como cubierta de techo, cumplan con ciertos requisitos mínimos de durabilidad y resistencia al flujo de agua. Así mismo, el peso sumergido y seco de los ladrillos con 1:3.5 cemento: aserrín es 1.62 y 1.45 kg, son livianos, con pesos similares a los ladrillos comerciales.

Tabla 28 Absorción del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín

Ladrillo	Peso sumersión (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)
1	1652	1484	11.32
2	1588	1425	11.44
3	1650	1475	11.86
4	1626	1452	11.98
5	1593	1425	11.79
Promedio	1622	1452	11.68
Desv. Estándar	30.40	27.44	0.29
Absorción (%)	1591	1425	11.39

Figura 40 Absorción del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín



Los ladrillos para coberturas deben cumplir con requisitos de resistencia, estando estos regidos por la resistencia a la rotura, siendo para los ladrillos pasteleros 1:3.5 cemento: aserrín de 7.52 kg/cm, superando la resistencia solicitada por la NTP 331.041 (INACAL, 2017) de 7.5 kg/cm, por tanto, la resistencia a la rotura alcanzada representa 1.003 veces la resistencia solicitada por la normatividad, representando el 0.31% más de capacidad mecánica.

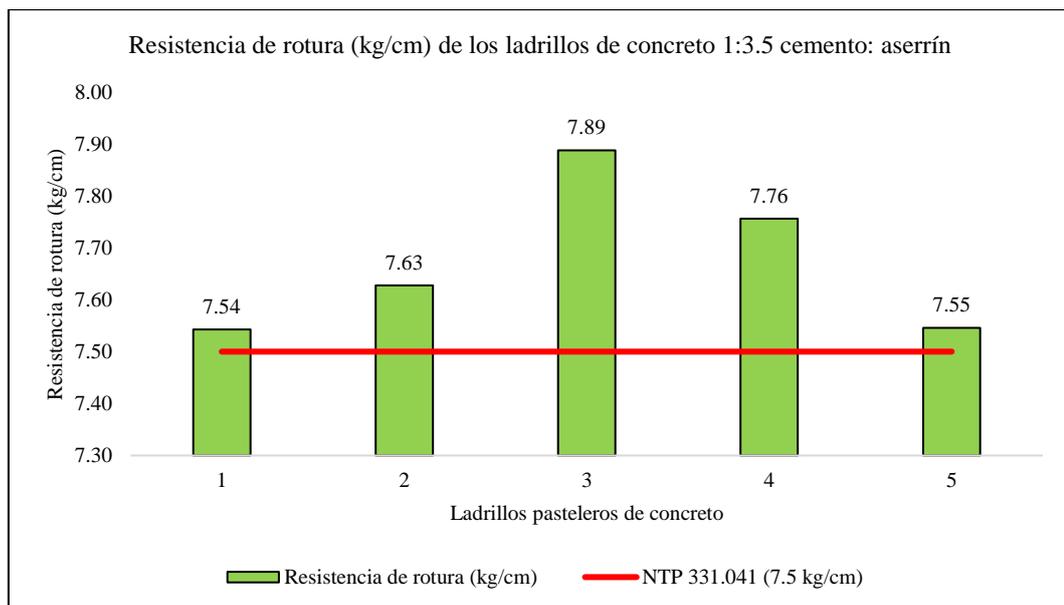
Tabla 29

Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín

Ladrillo	Resistencia de rotura (kg/cm)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)
1	7.54	24.81
2	7.63	25.26
3	7.89	26.29
4	7.76	25.85
5	7.55	24.99
Promedio	7.67	25.44
Dv. Estándar	0.149	0.617
F'b	7.52	24.82

Figura 41

Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:3.5 Cemento: Aserrín



4.1.2.5.Ladrillos pasteleros de 1:4 cemento: aserrín

Los ladrillos de concreto cemento: aserrín de pino hechos con la proporción 1:4 en volumen, cumplen parcialmente con la variación dimensional de acuerdo a la NTP 331.041 (INACAL, 2017), debido a que, la variación en largo, ancho y espesor es menor al límite de $\pm 3\%$, no obstante, en promedio la variación dimensional no es significativa siendo menor a $\pm 1\%$.

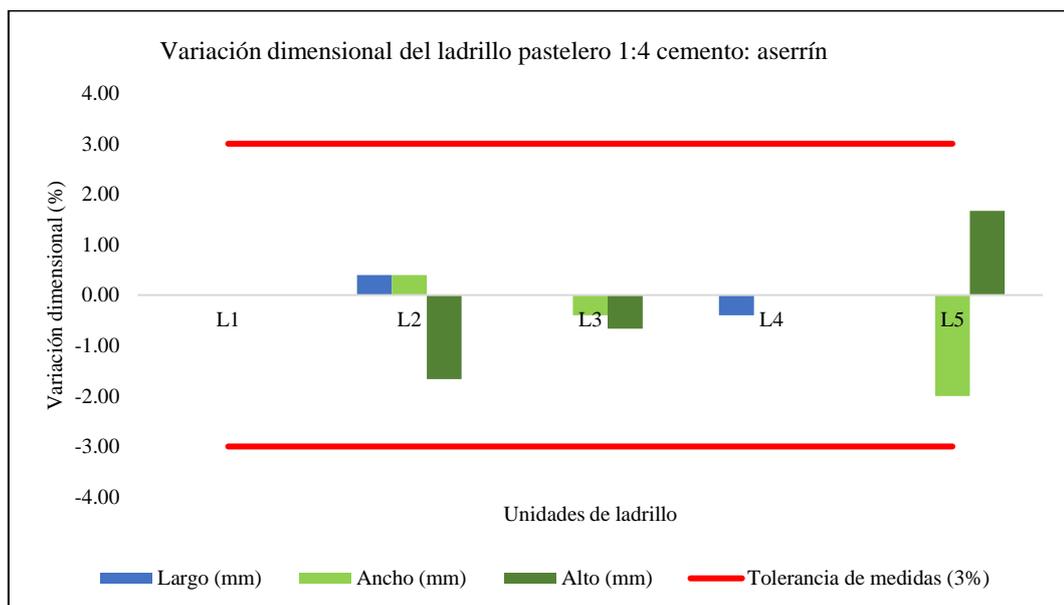
Tabla 30

Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín

Ladrillo pastelero	Largo (%)	Ancho (%)	Alto (%)
L1	0.00	0.00	0.00
L2	0.40	0.40	-1.67
L3	0.00	-0.40	-0.67
L4	-0.40	0.00	0.00
L5	0.00	-2.00	1.67
Máximo	0.40	0.40	1.67
Mínimo	-0.40	-2.00	-1.67
Promedio	0.00	-0.40	-0.13

Figura 42

Variación Dimensional del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín



En cuanto al alabeo en concavidad y convexidad, tanto en superficie como en borde, los ladrillos de concreto cemento: aserrín no superan el límite de 6 mm, por lo que, cumplen con el requisito geométrico dado en la NTP 331.041 (INACAL, 2017), para su uso como cobertura en techos.

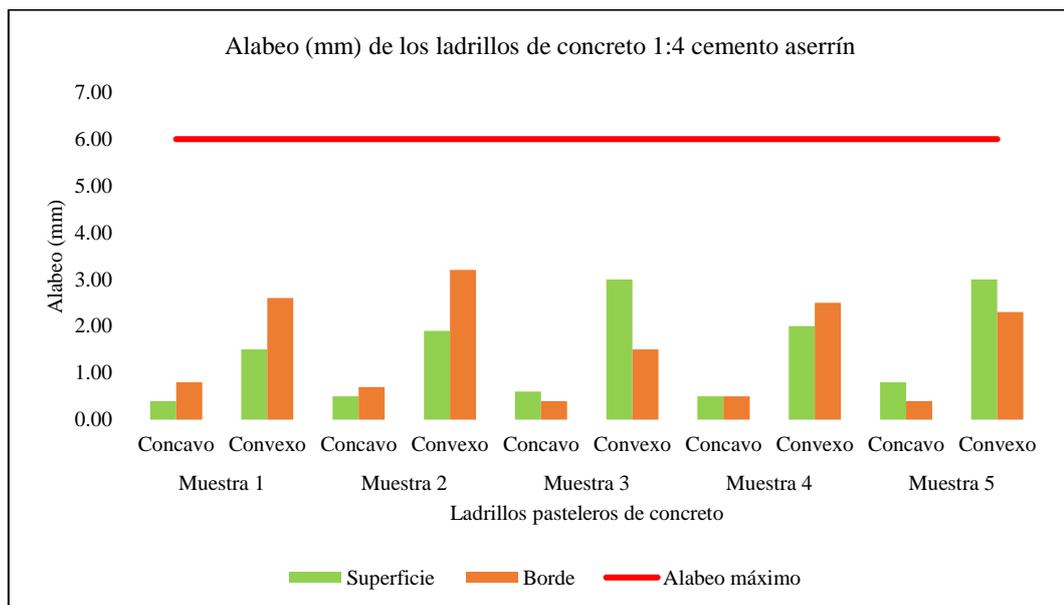
Tabla 31

Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín

Ladrillo pastelero	Alabeo (mm)	Superficie (mm)	Borde (mm)
1	Cóncavo	0.40	0.8
	Convexo	1.50	2.6
2	Cóncavo	0.50	0.7
	Convexo	1.90	3.2
3	Cóncavo	0.60	0.4
	Convexo	3.00	1.5
4	Cóncavo	0.50	0.5
	Convexo	2.00	2.5
5	Cóncavo	0.8	0.4
	Convexo	3	2.3
Máximo		3.00	3.20

Figura 43

Alabeo del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín

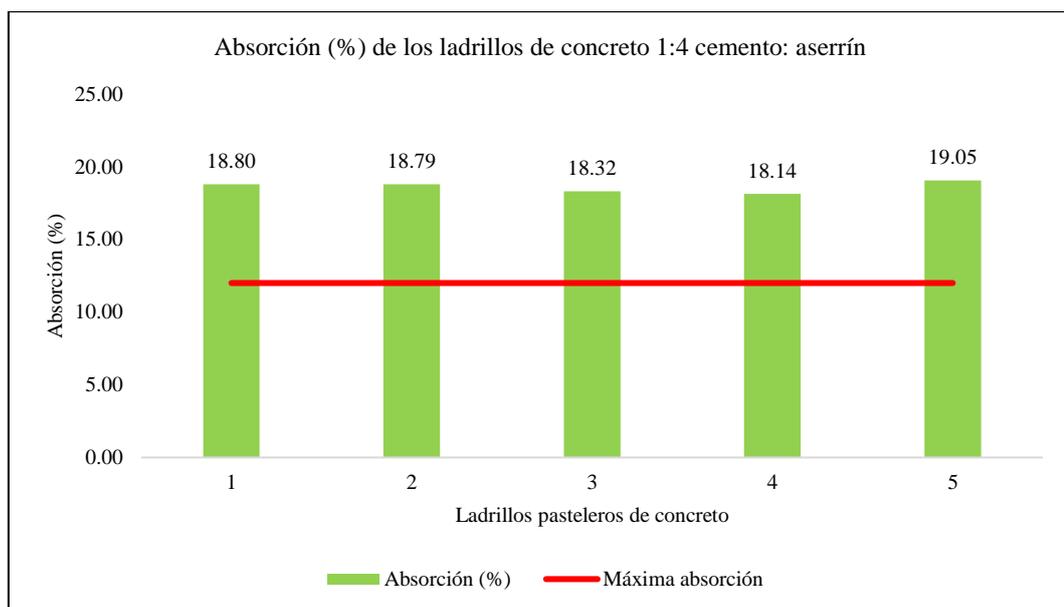


Respecto a la absorción, los ladrillos con 1:4 cemento: aserrín, tienen una alta absorción siendo en promedio 18.62%, por lo que, superan el 12% de absorción incumpliendo con la NTP 331.041 (INACAL, 2017), por tanto, no tienen buena resistencia a la intemperie, sobre todo para aquellos lugares con lluvias continuas, donde se requiere que los materiales a ser utilizados como cubierta de techo, cumplan con ciertos requisitos mínimos de durabilidad y resistencia al flujo de agua. Pero son livianos, el peso sumergido y seco de los ladrillos con 1:4 cemento: aserrín es 1.58 y 1.33 kg, pesos menores a los ladrillos comerciales.

Tabla 32 Absorción del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín

Ladrillo	Peso sumersión (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)
1	1646	1325	24.23
2	1584	1285	23.27
3	1686	1362	23.79
4	1689	1375	22.84
5	1542	1252	23.16
Promedio	1629	1320	23.46
Desv. Estándar	64.67	51.63	0.55
Absorción (%)	1565	1268	22.91

Figura 44 Absorción del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín



Los ladrillos para coberturas deben cumplir con requisitos de resistencia, estando estos regidos por la resistencia a la rotura, siendo para los ladrillos pasteleros 1:4 cemento: aserrín de 4.18 kg/cm, por tanto, no supera la resistencia solicitada por la NTP 331.041 (INACAL, 2017) de 7.5 kg/cm, por tanto, la resistencia a la rotura alcanzada representa 0.56 veces la resistencia solicitada por la normatividad, representando una pérdida de 44.30% de la capacidad mecánica requerida.

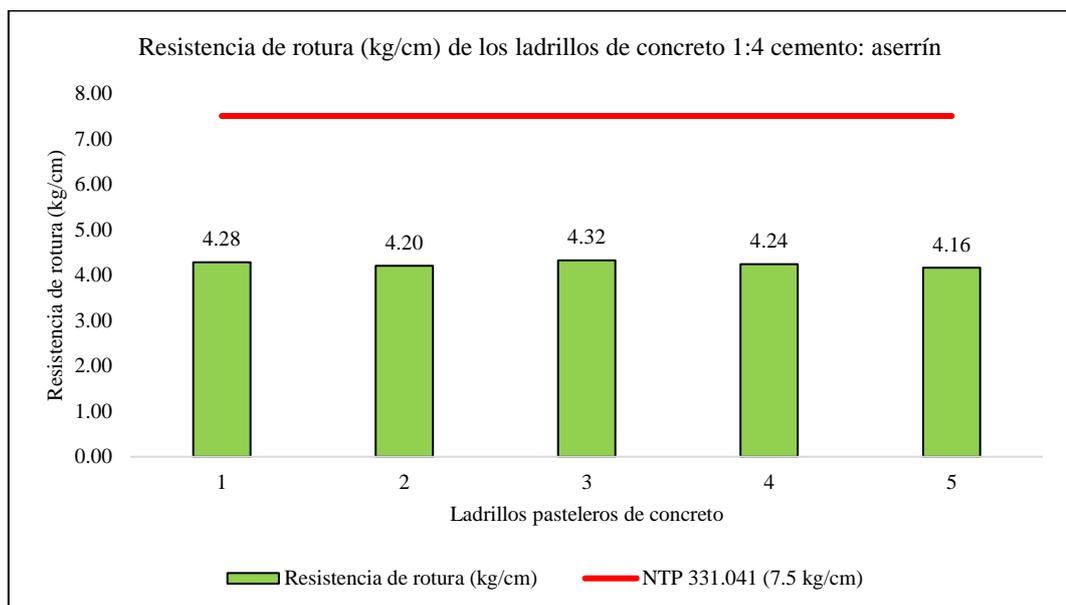
Tabla 33

Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín

Ladrillo	Resistencia de rotura (kg/cm)	Módulo de rotura (Kg/cm ²)
1	4.28	14.27
2	4.20	13.96
3	4.32	14.90
4	4.24	14.23
5	4.16	13.86
Promedio	4.24	14.24
Dv. Estándar	0.064	0.406
F'b	4.18	13.84

Figura 45

Resistencia a la Rotura del Ladrillo Pastelero 1:4 Cemento: Aserrín



4.1.3. Comparación técnica de los ladrillos pasteleros de concreto

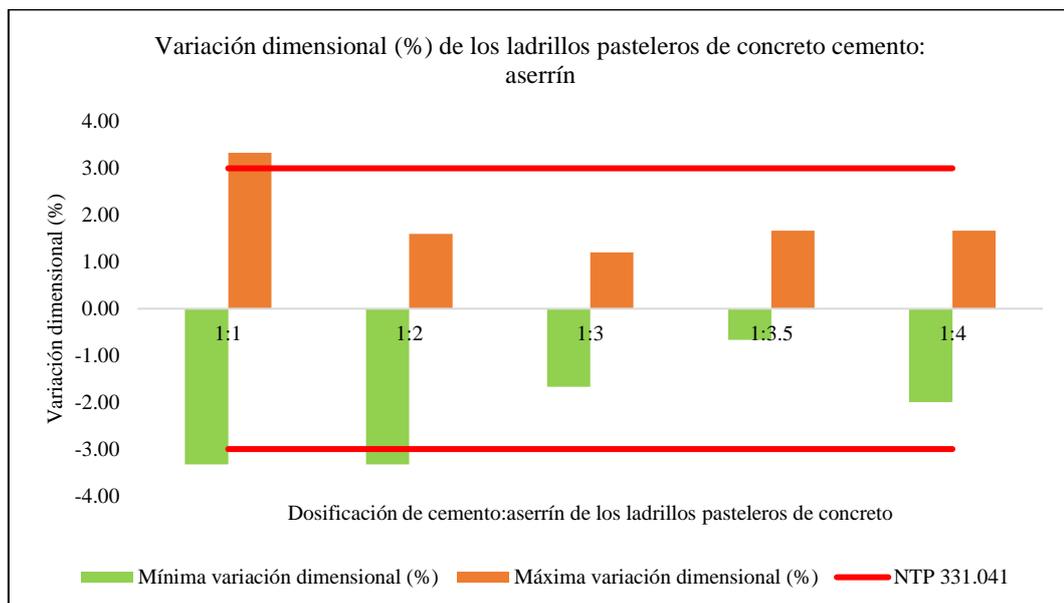
4.1.3.1. Comparación de las propiedades geométricas, físicas y mecánicas de los ladrillos pasteleros cemento: aserrín

Los ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín con dosificaciones 1:3, 1:3.5 y 1:4 cumplen con la NTP 331.041 (INACAL, 2017), presentan variaciones dimensionales entre el rango de $\pm 3.00\%$, mientras que, las dosificaciones con 1:1 y 1:2 de cemento: aserrín no cumplen con el estándar de máxima y mínima variación dimensional en cuanto a espesor (alto) del ladrillo pastelero, superando la variación usual en $\pm 0.33\%$. Siendo así, en base a las características geométricas se recomienda utilizar ladrillos pasteleros con 1:3, 1:3.5 y 1:4 cemento: aserrín.

Tabla 34 Variación Dimensional en Ladrillos Pasteleros Cemento: Aserrín

Variación dimensional (%)	Ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín				
	1:1	1:2	1:3	1:3.5	1:4
Largo	-0.4-1.6	0.4-1.2	-0-1.2	-0.4-1.2	-0.4-0.4
Ancho	-0.4-1.2	0.4-1.6	0-1.2	0-0.8	-2.0-0.4
Alto	-3.33-3.33	-3.33-0	-1.67-0	-0.67-1.67	-1.67-1.67
Mínima variación dimensional (%)	-3.33	-3.33	-1.67	-0.67	-2.00
Máxima variación dimensional (%)	3.33	1.60	1.20	1.67	1.67

Figura 46 Variación Dimensional en Ladrillos Pasteleros Cemento: Aserrín



Los ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín cumplen con el requisito geométrico de la NTP 331.041 (INACAL, 2017), no superar el alabeo máximo de 6 mm, en borde y superficie por concavidad y convexidad, por tanto, se asegura que los ladrillos pasteleros para cobertura de techo no van a presentar deformaciones y por ende van a poder ser utilizados en la construcción. También se ha verificado que la proporción de aserrín no genera un cambio o tendencia en el alabeo, sino que, este se da de acuerdo al proceso de fabricación de cada ladrillo pastelero de concreto producido con cemento: aserrín.

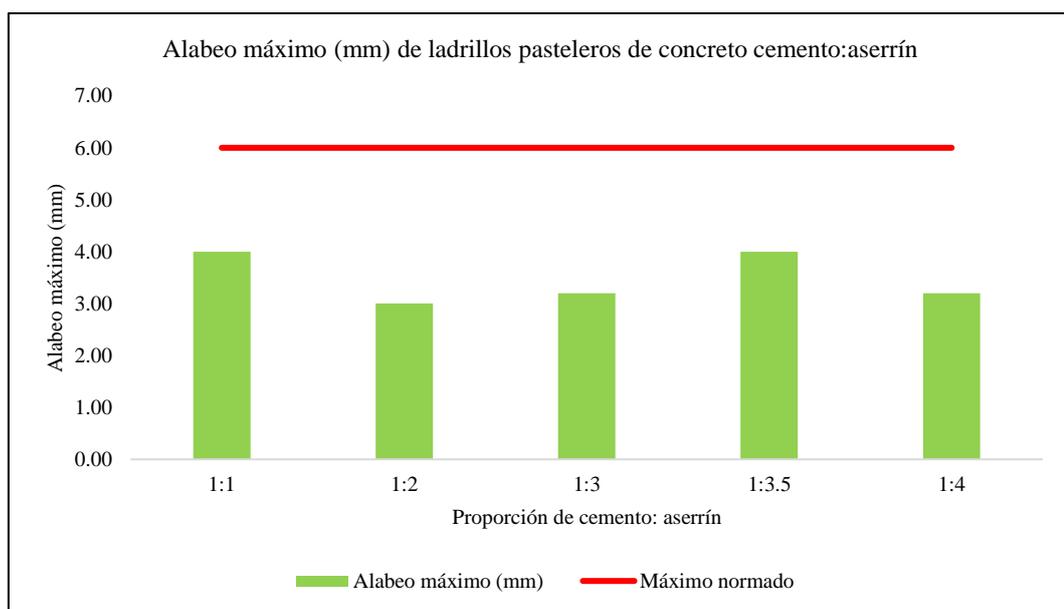
Tabla 35

Alabeo en Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín

Alabeo máximo (mm)	Ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín				
	1:1	1:2	1:3	1:3.5	1:4
Superficie	3.20	3.00	3.20	4.00	3.00
Borde	4.00	3.00	2.80	2.90	3.20
Alabeo máximo (mm)	4.00	3.00	3.20	4.00	3.20

Figura 47

Alabeo en Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín



El peso de los ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín disminuye a medida que, se acrecienta la proporción de aserrín en la mezcla. Los ladrillos pasteleros comerciales de la marca peruana Pirámide tienen un peso oscilante entre 2.23 a 2.40 kg y al compararlos con los ladrillos pasteleros con aserrín se ha verificado que la dosificación 1:1 tienen un peso superior a la de estos ladrillos, mientras que, la dosificación 1:2 presenta un peso similar, pero las otras dosificaciones tienen menor peso que estas, siendo elementos más livianos.

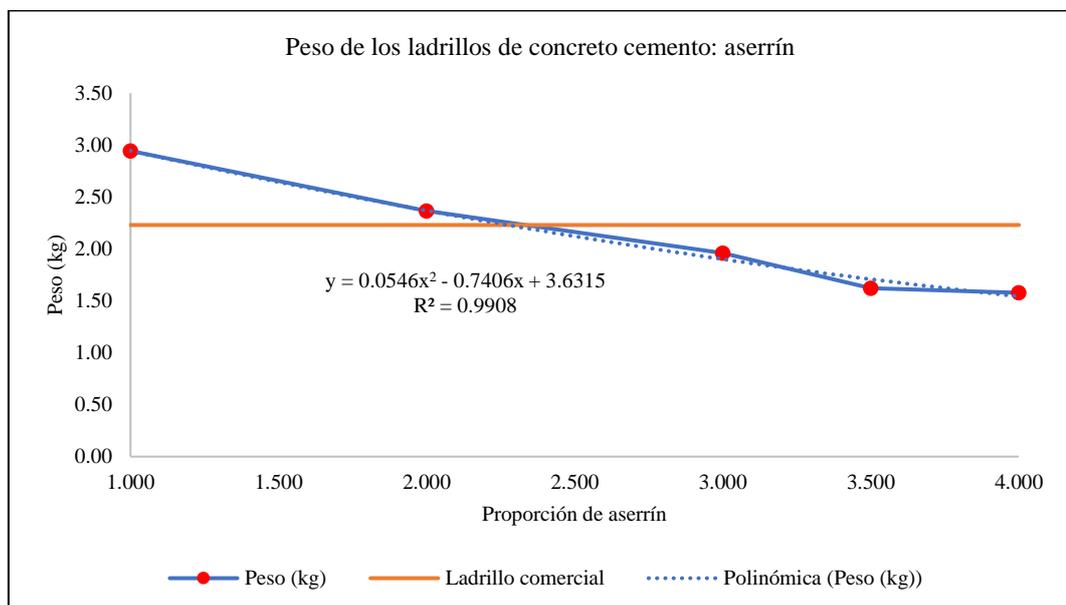
Tabla 36

Peso en Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín

Peso (kg)	Ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín					
	Ladrillo	1:1	1:2	1:3	1:3.5	1:4
1		2.92	2.46	1.98	1.65	1.59
2		2.91	2.48	1.97	1.59	1.57
3		2.97	2.31	1.99	1.65	1.58
4		2.95	2.23	1.92	1.63	1.59
5		2.96	2.35	1.94	1.59	1.56
Promedio (kg)		2.94	2.37	1.96	1.62	1.58

Figura 48

Peso en Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín



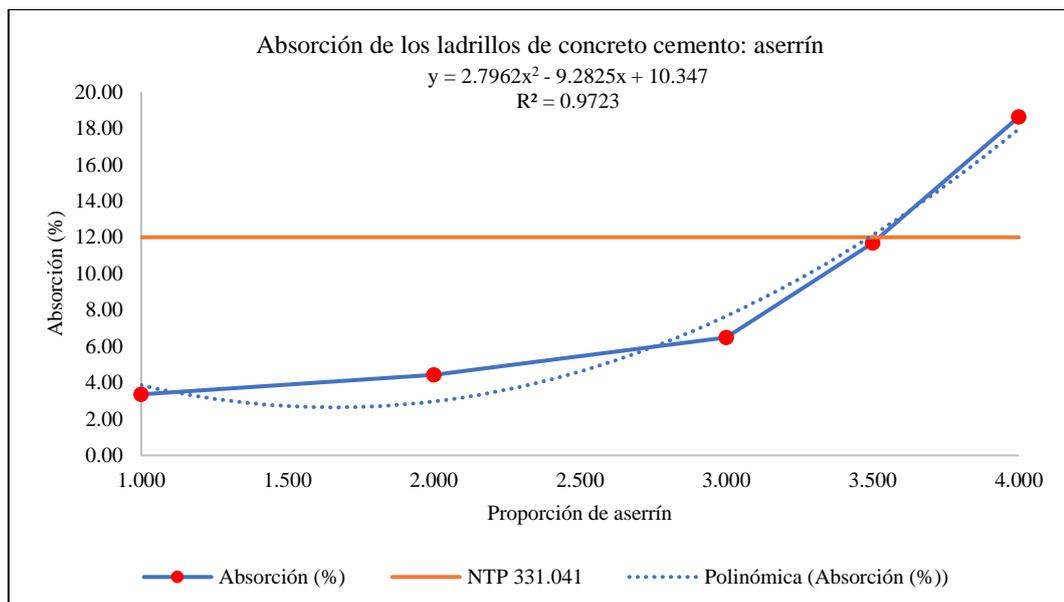
En cuanto a la absorción de los ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín, está tiende a aumentar a medida que se incrementa la proporción de aserrín en la mezcla, no obstante, la única dosificación que no cumple con la absorción máxima (12%) especificada en la NTP 331.041 (INACAL, 2017) es la proporción 1:4 cemento: aserrín, mientras que, las otras dosificaciones alcanzan valores bastante bajos en contraste con la norma (1:1, 1:2, 1:3), sin embargo, la dosificación 1:3.5 se encuentra cerca del límite pero cumple con tal requisito tal como, los ladrillos pasteleros comerciales de la marca Pirámide.

Tabla 37

Absorción en Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín

Absorción (%)	Ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín					
	Ladrillo	1:1	1:2	1:3	1:3.5	1:4
1		3.62	4.38	6.28	11.32	18.80
2		3.11	4.65	6.48	11.44	18.79
3		3.37	4.14	6.82	11.86	18.32
4		3.51	4.50	6.56	11.98	18.14
5		3.18	4.44	6.26	11.79	19.05
Promedio (%)		3.36	4.42	6.48	11.68	18.62

Figura 49 *Absorción en Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín*



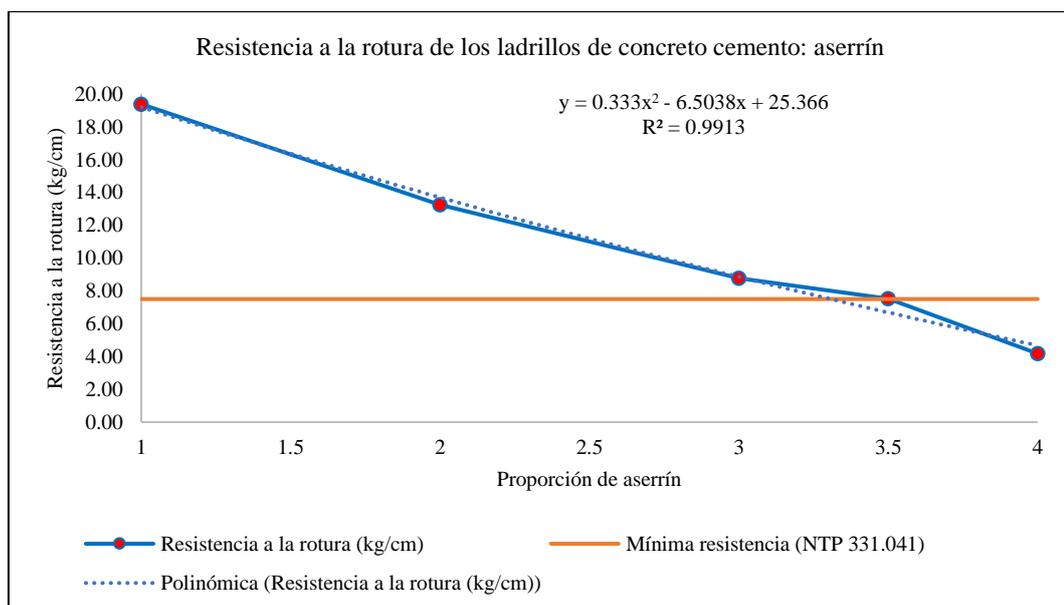
La resistencia a la rotura de los ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín se reduce conforme se acrecienta la proporción de aserrín, pasando de 19.38 kg/cm para ladrillos con 1:1 cemento: aserrín a 4.18 kg/cm para ladrillos con 1:4 cemento: aserrín, no obstante, la única dosificación que no cumple con la NTP 331.041 (INACAL, 2017) es la proporción 1:4 cemento: aserrín, debido a que su resistencia a la rotura es inferior a 7.5 kg/cm, siendo así, la dosificación en la que se puede adicionar mayor cantidad de aserrín y continuar cumpliendo con las propiedades mecánicas es la dosificación de 1:3.5 cemento: aserrín.

Tabla 38 Resistencia a la Rotura en Ladrillos Pasteleros Cemento: Aserrín

Resistencia a la rotura (kg/cm)	Ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín					
	Ladrillo	1:1	1:2	1:3	1:3.5	1:4
	1	19.35	15.12	9.91	7.54	4.28
	2	19.83	12.60	8.51	7.63	4.20
	3	19.61	14.48	10.30	7.89	4.32
	4	19.72	14.89	9.42	7.76	4.24
	5	19.41	14.08	9.18	7.55	4.16
Promedio		19.58	14.23	9.46	7.67	4.24
Dv. Estándar		0.203	0.996	0.685	0.149	0.064
Resistencia a la rotura (kg/cm)		19.38	13.24	8.78	7.52	4.18

Figura 50

Resistencia a la Rotura en Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín



4.1.3.2. Comparación económica de los ladrillos pasteleros cemento: aserrín

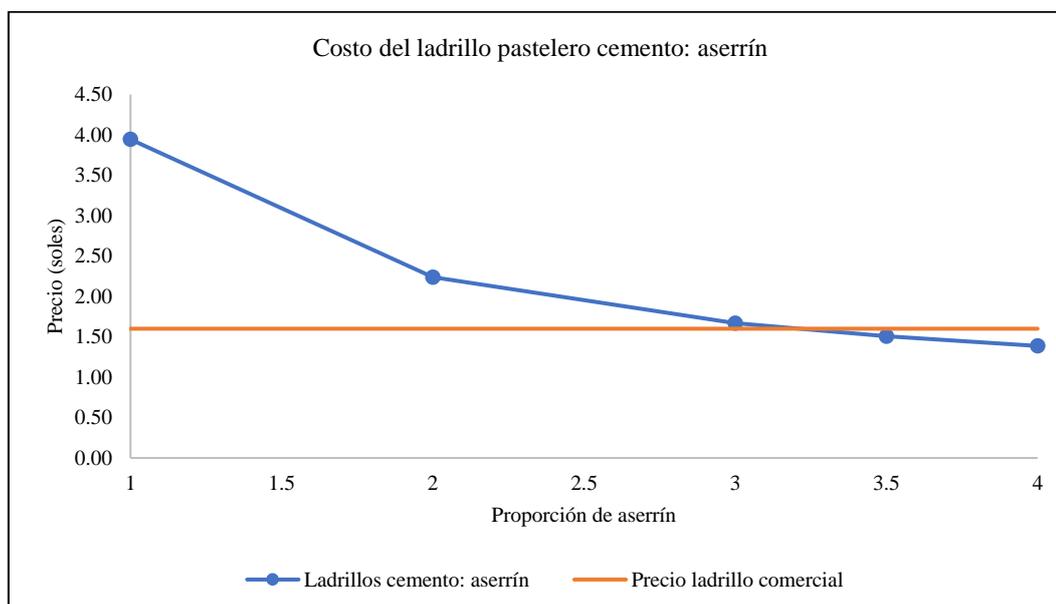
Los ladrillos pasteleros de cemento: aserrín tienden a disminuir su costo de producción conforme de acrecienta la proporción de aserrín en la mezcla. El ladrillo pastelero convencional tiene un costo en unidad de 1.60 soles, siendo este más económico que, las dosificaciones 1:1 y 1:2 de cemento: aserrín, mientras que, la dosificación 1:3 alcanza un costo similar, pero las dosificaciones 1:3.5 y 1:4 de cemento: aserrín ya muestran un ahorro en el costo de hasta 20 céntimos por unidad, que en un millar se traduce en 213.58 soles ahorrados.

Tabla 39

Costo de los Ladrillos Pasteleros Cemento: Aserrín

Dosificación	Costo (Soles)	% respecto al costo ladrillo convencional	Ahorro o pérdida en %
Ladrillo convencional	1.6	100%	0.000
1:1	3.94	246%	-2.344
1:2	2.24	140%	-0.639
1:3	1.67	104%	-0.071
1:3.5	1.51	94%	0.092
1:4	1.39	87%	0.214

Figura 51 *Costo de los Ladrillos Pasteleros Cemento: Aserrín*



4.1.3.3. Ventajas y limitaciones del ladrillo pastelero cemento: aserrín respecto al ladrillo pastelero comercial

Los ladrillos pasteleros comerciales son bloques de construcción prefabricados que se fabrican mediante la mezcla de arcilla y otros materiales como arena, cenizas volantes y aditivos. Por otro lado, los ladrillos de concreto cemento-aserrín de pino son una variante de los ladrillos de concreto, en los que se añade aserrín de pino como agregado para reducir su peso y mejorar su aislamiento térmico. Basándose en un análisis exhaustivo de las propiedades geométricas, físicas y mecánicas de los ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín, se puede argumentar que la dosificación más idónea para obtener características sobresalientes a un menor costo y utilizando un mayor porcentaje de residuos madereros es aquella que combina una proporción de 1:3.5 de cemento: aserrín de pino. Esta fórmula ha demostrado ofrecer resultados superiores en cuanto a resistencia, durabilidad y eficiencia en comparación con otras dosificaciones utilizadas en la producción de ladrillos pasteleros. Además, la utilización de aserrín de pino como material de relleno no solo reduce los costos asociados con la adquisición de otros materiales, sino que también contribuye a la minimización de los desechos madereros, promoviendo así un enfoque más sostenible y respetuoso con el medio ambiente en la industria de la construcción.

Los ladrillos en dosificación 1:3.5 cumplen con la variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia a la rotura, tal como, los ladrillos comerciales, pero tienen menor peso, por tanto, son más ligeros y tienen mayor funcionalidad para su traslado y aplicaciones. Considerando que, este tipo de ladrillos se colocan en el techo final de una edificación, el traslado de los mismos tiende a ser tedioso y complicado, por ello, mientras su peso sea menor, su traslado se realiza más rápido

y en mayor cantidad mejorando la productividad y rendimiento de los trabajos a un menor costo de adquisición siendo 1.51 soles.

Tabla 40

Propiedades Geométricas, Físicas y Mecánicas de los Ladrillos Pasteleros de Concreto Cemento: Aserrín

Propiedades geométricas físicas y mecánicas	Ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín					Ladrillo comercial
	1:1	1:2	1:3	1:3.5	1:4	
Variación dimensional (%)	3.33	1.60	1.20	1.67	1.67	±3
Alabeo máximo (mm)	4.00	3.00	3.20	4.00	3.20	6
Absorción (%)	3.36	4.42	6.59	11.68	18.62	12
Peso (kg)	2.94	2.37	1.96	1.62	1.58	2.23
Resistencia a la rotura (kg/cm)	19.38	13.24	8.78	7.52	4.18	7.5
Costo (soles)	3.94	2.24	1.67	1.51	1.39	1.6

Siendo así, entre las ventajas de los ladrillos pasteleros comerciales se encuentran la alta resistencia a la rotura que, se encuentra dentro de los lineamientos de la NTP 331.041 (INACAL, 2017), no obstante, los ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín, también alcanzan esta resistencia con una dosificación máxima de 3.5, si se supera esta dosificación, la resistencia se convierte en una limitación de los ladrillos cemento: aserrín. Otra ventaja de los ladrillos comerciales es el tamaño uniforme debido a que son productos industriales que se realizan con equipo mecánico mientras que, los ladrillos cemento: aserrín son productos artesanales, aunque a pesar de ello, estos en la presente investigaciones han mantenido sus características geométricas en cuanto a variación dimensional y alabeo de acuerdo a la NTP 331.041 (INACAL, 2017), pero las limitaciones de los ladrillos comerciales están dadas por su alta porosidad al ser un material producido con arcilla cocida, y fragilidad a compresión lo que hace que sean frágiles y puedan romperse, mientras que, el concreto es el material más resistente

a compresión; otra limitación considerada es que, los ladrillos pasteleros a nivel local en los distritos más alejados de Chota tienen una disponibilidad limitada, debido a que, estos no se producen a nivel local, sino que, son traídos desde Chiclayo. Siendo así, las ventajas de los ladrillos de concreto cemento-aserrín de pino son principalmente su ligereza debido a que presentan un menor peso que los ladrillos pasteleros comerciales, lo que, a la vez puede significar un mayor aislamiento térmico al ser su principal componente cemento. Pero principalmente, los ladrillos cemento: aserrín se caracterizan por su sostenibilidad, ya que el uso del aserrín de pino ayuda a reducir la cantidad de áridos o suelo que se pueda utilizar para su producción, además de que se está reutilizando un residuo maderero. Mientras que, las limitaciones están dada por una menor resistencia cuando se supera la proporción de 1:3.5 de cemento: aserrín en la producción de los ladrillos de concreto, lo que incide a la vez en su durabilidad, y otra limitación es que, cuando se desea dosificaciones de 1:1 o 1:2 el costo de producción es superior al costo de producción de los ladrillos pasteleros convencionales, no obstante, si se trabaja con dosificaciones más altas de aserrín de pino en la mezcla, el costo de producción es menor, por lo que, se recomienda como dosificación idónea a la cantidad de cemento: aserrín 1:3.5, debido a que, con dicha dosificación se tienen mayores ventajas técnicas, económicas, sociales y ambientales que los ladrillos comerciales, además de que, las limitaciones en su aplicación son menores. Siendo así se concluye que, los ladrillos pasteleros de concreto 1:3.5 cemento: aserrín cumplen con los criterios normativos para su uso en coberturas de techo.

Tabla 41 *Ventajas y Limitaciones de los Ladrillos Pasteleros Comerciales*

Ventajas	Limitaciones
Resistencia: Los ladrillos pasteleros comerciales tienen una alta resistencia a la compresión, lo que los hace adecuados para la construcción de estructuras duraderas y seguras.	Porosidad: Los ladrillos pasteleros comerciales son porosos y pueden absorber agua y humedad en climas húmedos, lo que puede afectar su durabilidad y resistencia con el tiempo.
Tamaño uniforme: Al ser prefabricados, los ladrillos pasteleros comerciales tienen un tamaño uniforme, lo que facilita su instalación y reduce la cantidad de tiempo y esfuerzo requeridos en el proceso de construcción.	Fragilidad: A pesar de su alta resistencia a la compresión, los ladrillos pasteleros comerciales son relativamente frágiles y pueden romperse o agrietarse fácilmente si se someten a cargas o impactos elevados.
Aislamiento térmico: Los ladrillos pasteleros comerciales poseen un buen aislamiento térmico debido a las propiedades de la arcilla y otros materiales utilizados en su fabricación. Esto ayuda a mantener la temperatura interior de los edificios.	Disponibilidad limitada: Los ladrillos pasteleros comerciales pueden no estar fácilmente disponibles en todas las áreas, lo que puede dificultar su adquisición y aumentar sus costos de transporte en caso de necesitarlos para un proyecto específico.

Tabla 42 *Ventajas y Limitaciones de los Ladrillos Pasteleros Cemento: Aserrín*

Ventajas	Limitaciones
Ligereza: Debido a la adición de aserrín de pino como agregado, los ladrillos de concreto cemento-aserrín de pino son más ligeros que los ladrillos de concreto convencionales. Esto facilita su manipulación, transporte e instalación.	Menor resistencia: Los ladrillos de concreto cemento-aserrín de pino con más de 3.5 de aserrín en proporción, tienen una menor resistencia a la rotura en comparación con los ladrillos convencionales.
Aislamiento térmico: El aserrín de pino en los ladrillos de concreto con cemento-aserrín de pino mejora su capacidad de aislamiento térmico, lo que ayuda a reducir la pérdida de calor o frío a través de las paredes y mejora la eficiencia energética de los edificios.	Durabilidad: El aserrín de pino puede ser susceptible a la descomposición o deterioro con el tiempo, lo que puede afectar la durabilidad de los ladrillos de concreto cemento-aserrín de pino. No obstante, considerando que dosificaciones con menor proporción de aserrín resisten bien la absorción esto podría evitarse.
Sostenibilidad: El uso de aserrín de pino como agregado en los ladrillos de concreto cemento-aserrín de pino ayuda a reducir la cantidad de agregados de arena o piedra necesarios, lo que puede hacer que estos ladrillos sean más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.	Costo: Debido a su proceso de fabricación y a la necesidad de adquirir aserrín de pino como agregado, los ladrillos de concreto cemento-aserrín de pino pueden ser más costosos en comparación con los ladrillos de concreto convencionales o los ladrillos pasteleros comerciales. No obstante, esto se supera cuando la proporción de aserrín se acrecienta.

4.2. Contrastación de hipótesis

Para contrastar la hipótesis nula (H_0) se ha utilizado el programa Minitab 22, probando inicialmente la normalidad de los datos (Tabla 47), una vez comprobado lo mismo, se ha determinado el coeficiente de correlación de Pearson, con el que, se ha verificado que, efectivamente la proporción de aserrín influye en la absorción, peso y resistencia a la rotura de los ladrillos de concreto con cemento: aserrín debido a que, los coeficientes son mayores a ± 0.80 , siendo así, luego de verificar la correlación entre variables se ha generado el gráfico de regresión de los mismos, para corroborar que, se logra disminuir el peso de los ladrillos de concreto y mantener su resistencia con una dosificación máxima de 3.5 de aserrín en proporción de volumen.

- H_0 : Al incorporar aserrín de pino no se logra disminuir significativamente el peso de los ladrillos de concreto y mantener su resistencia para su uso como cobertura de techo.
- H_1 : Al incorporar aserrín de pino se logra disminuir significativamente el peso de los ladrillos de concreto y mantener su resistencia para su uso como cobertura de techo.

Tabla 43 *Correlación de Pearson entre la Proporción de Aserrín y las*

Propiedades de los Ladrillos de Concreto Cemento: Aserrín

Correlación	Proporción de aserrín
Largo (%)	-0.266
Ancho (%)	-0.487
Alto – espesor (%)	0.113
Alabeo en superficie (mm)	-0.114
Alabeo en borde (mm)	-0.287
Absorción (%)	0.879
Peso (kg)	-0.987
Resistencia a la rotura (kg/cm)	-0.994

Figura 52

Correlograma entre la Proporción de Aserrín y las Propiedades de los Ladrillos de Concreto Cemento: Aserrín

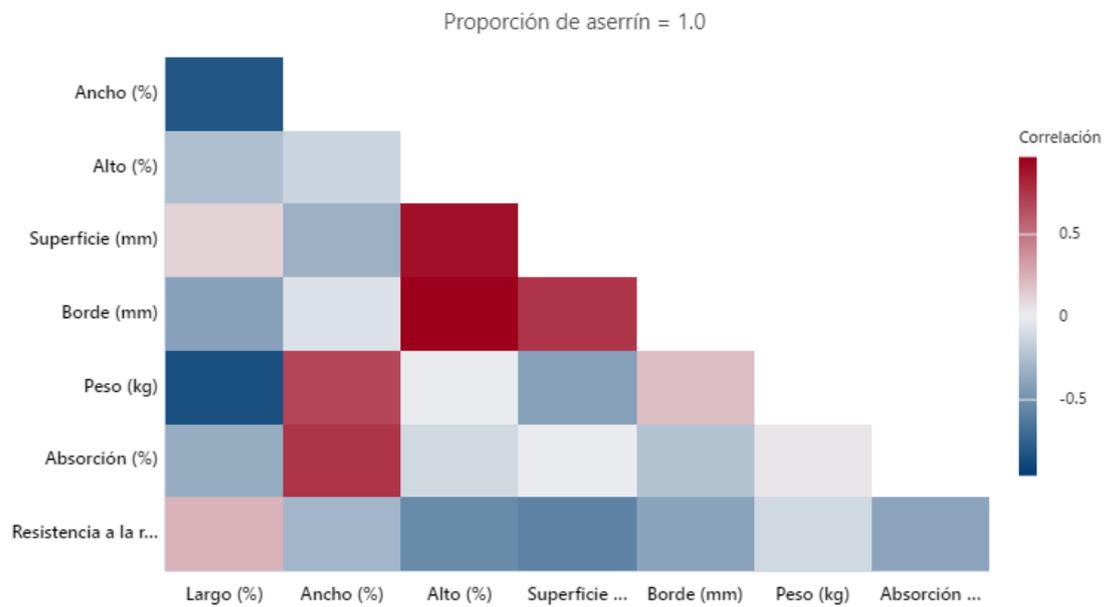


Figura 53

Regresión entre la Proporción de Aserrín y la Absorción de los Ladrillos de Concreto Cemento: Aserrín

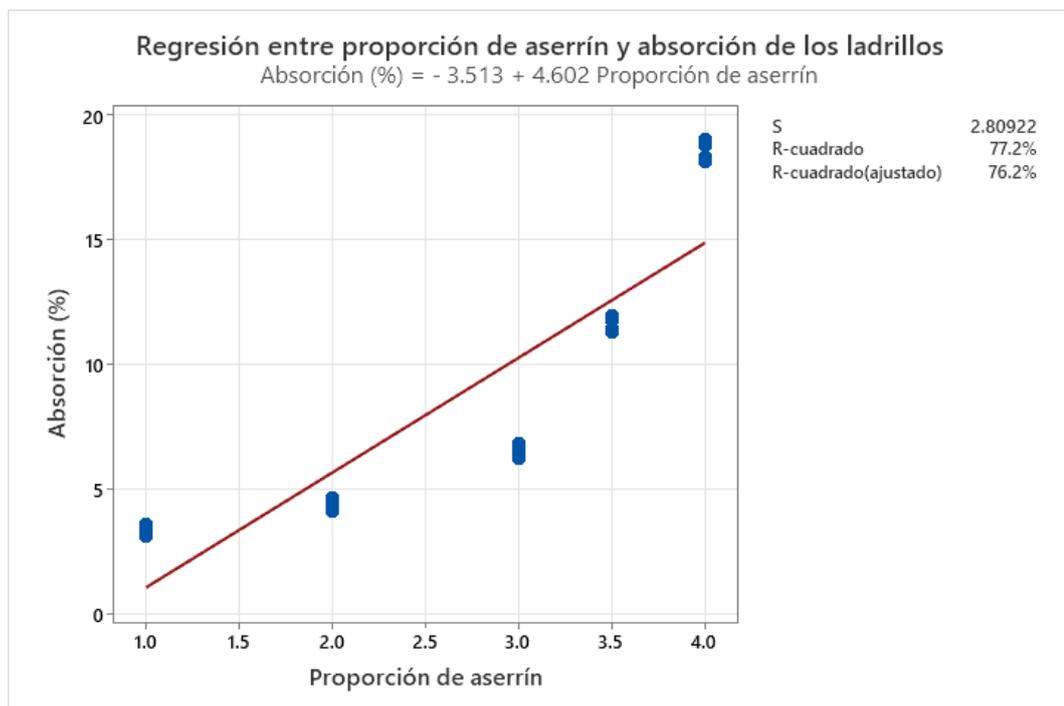


Figura 54

Regresión entre la Proporción de Aserrín y el Peso de los Ladrillos de Concreto

Cemento: Aserrín

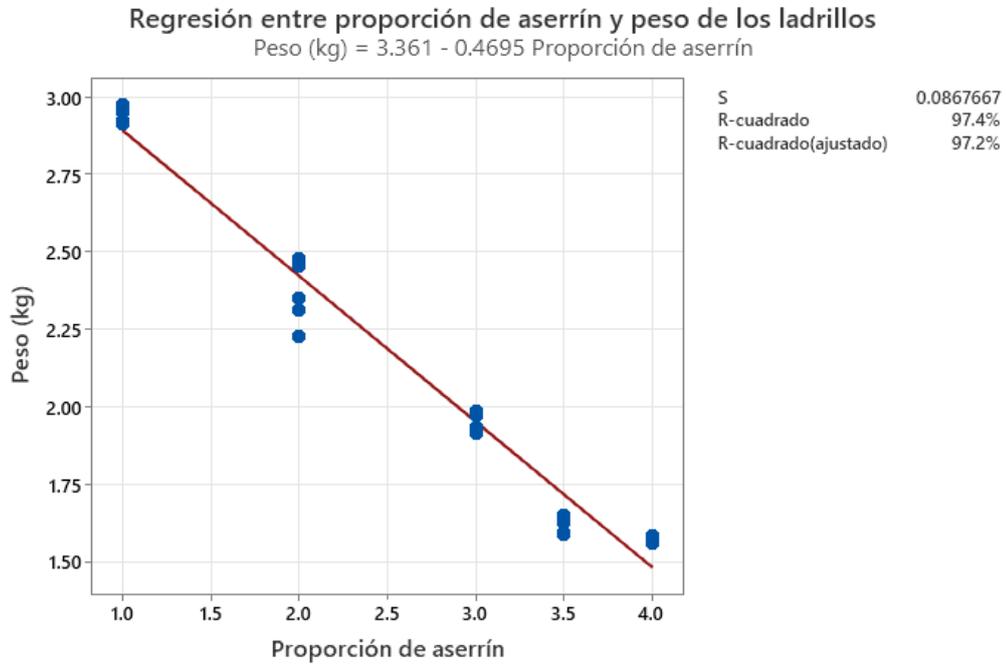
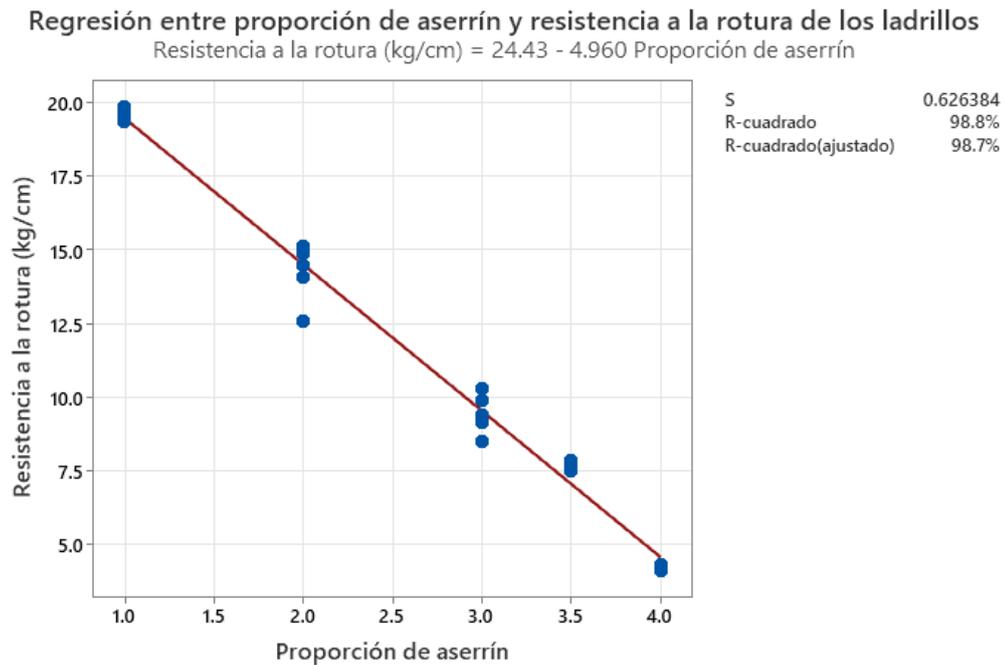


Figura 55

Regresión entre la Proporción de Aserrín y la Resistencia a la Rotura de los

Ladrillos de Concreto Cemento: Aserrín



a) Análisis de absorción (%)

Mediante la prueba t-student en el programa Minitab 22, se ha verificado si se acepta o rechaza la hipótesis nula (H_0). Se acepta H_0 cuando el valor p es mayor a 0.05 (nivel de significancia) para un nivel de confianza del 95%, caso contrario se acepta H_1 . En el caso del estudio se ha determinado que, la única proporción que, no cumple con la absorción dada en la normatividad corresponde a los ladrillos de concreto 1:4 cemento: aserrín, mientras que, los otros cumplen con la NTP 331.041 (INACAL, 2017).

H_0 : Los ladrillos de concreto cemento: aserrín cumplen con la absorción límite dada en la NTP 331.041 (INACAL, 2017). $\mu \geq 12$

H_1 : Los ladrillos de concreto cemento: aserrín cumplen con la absorción límite dada en la NTP 331.041 (INACAL, 2017). $\mu < 12$

Tabla 44

Prueba t-student para Absorción de los Ladrillos de Concreto Cemento: Aserrín

Hipótesis nula $H_0: \mu \geq 12$

Hipótesis alterna $H_1: \mu < 12$

Muestra	Valor T	Valor p
1:1	-90.45	0.000
1:2	-91.63	0.000
1:3	-53.24	0.000
1:3.5	-2.51	0.033
1:4	39.16	1.000

b) Análisis de peso (kg)

Mediante la prueba t-student en el programa Minitab 22, se ha verificado si se acepta o rechaza la hipótesis nula (H_0). Siendo así se ha determinado que, los ladrillos de concreto cemento: aserrín con 1:3, 1:3.5 y 1:4 son más livianos que, los ladrillos pasteleros comerciales.

Ho: Los ladrillos de concreto cemento: aserrín son más livianos que los ladrillos pasteleros comerciales ($\mu \geq 2.3$).

H1: Los ladrillos de concreto cemento: aserrín son más livianos que los ladrillos pasteleros comerciales ($\mu < 2.3$).

Tabla 45

Prueba t-student para Peso de los Ladrillos de Concreto Cemento: Aserrín

Hipótesis nula	Ho: $\mu \geq 2.3$
Hipótesis alterna	H1: $\mu < 2.3$

Muestra	Valor T	Valor p
1:1	64.87	1.000
1:2	2.93	0.979
1:3	-19.41	0.000
1:3.5	-44.74	0.000
1:4	-136.19	0.000

c) Análisis de Resistencia a la rotura (%)

Mediante la prueba t-student en el programa Minitab 22, se ha verificado si se acepta o rechaza la hipótesis nula (Ho). En el caso del estudio se ha determinado que, la única proporción que, no cumple con la resistencia a la rotura dada en la normatividad corresponde a los ladrillos de concreto 1:4 cemento: aserrín, mientras que, los otros cumplen con la NTP 331.041 (INACAL, 2017).

Ho: Los ladrillos de concreto cemento: aserrín cumplen con la resistencia a la rotura mínima dada en la NTPP 331.041 (INACAL, 2017). $\mu < 7.5$

H1: Los ladrillos de concreto cemento: aserrín cumplen con la resistencia a la rotura mínima dada en la NTPP 331.041 (INACAL, 2017). $\mu \geq 7.5$

Tabla 46

Prueba t-student para Resistencia a la Rotura de los Ladrillos de Concreto

Cemento: Aserrín

Hipótesis nula	$H_0: \mu < 7.5$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu \geq 7.5$	
Muestra	Valor T	Valor p
1:1	133.08	0.000
1:2	15.11	0.000
1:3	6.41	0.000
1:3.5	2.59	0.030
1:4	-114.45	1.000

Figura 56

Prueba de Normalidad de la Resistencia a la Rotura de Ladrillos de Concreto

Cemento: Aserrín

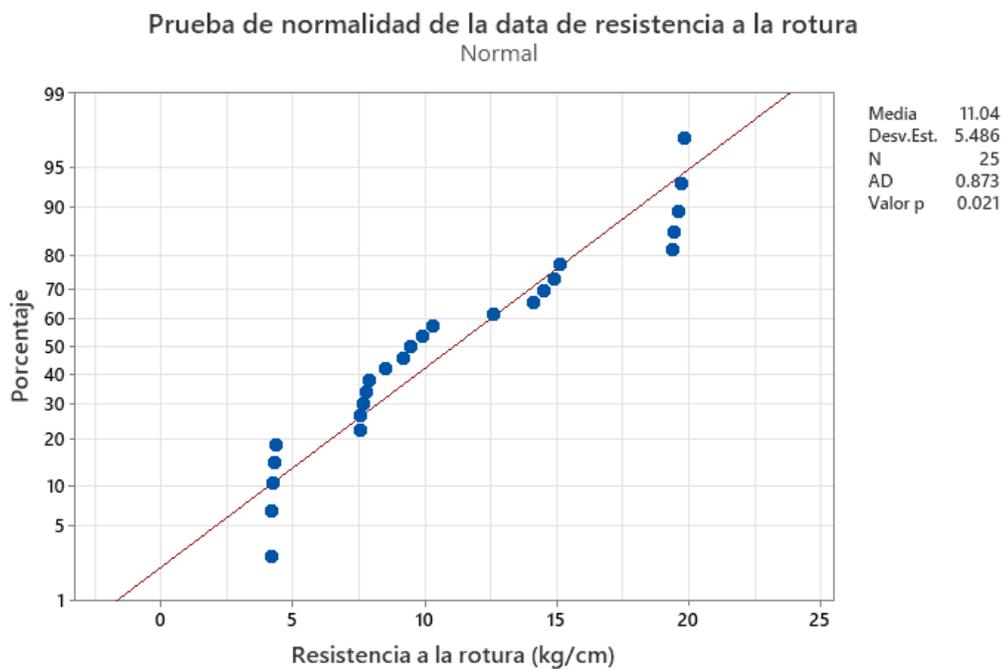


Tabla 47 Datos para el Análisis Estadístico

Ladrillo pastelero	Proporción de aserrín	Largo (%)	Ancho (%)	Alto (%)	Superficie (mm)	Borde (mm)	Absorción (%)	Peso (kg)	Resistencia a la rotura (kg/cm)
L1	1	0.80	0.80	0.00	3.00	2.5	3.62	2.92	19.35
L2	1	1.60	-0.40	-1.67	2.50	2.3	3.11	2.91	19.83
L3	1	0.00	1.20	-3.33	1.80	2	3.37	2.97	19.61
L4	1	-0.40	1.20	0.00	2.50	3	3.51	2.95	19.72
L5	1	0.00	0.40	3.33	3.2	4	3.18	2.96	19.41
L1	2	0.80	0.40	0.00	2.20	2.5	4.38	2.46	15.12
L2	2	1.20	1.20	0.00	1.40	3	4.65	2.48	12.60
L3	2	0.40	0.80	0.00	2.50	2	4.14	2.31	14.48
L4	2	0.80	0.40	-3.33	2.90	2.5	4.50	2.23	14.89
L5	2	0.80	1.60	0.00	3	3	4.44	2.35	14.08
L1	3	1.20	0.00	0.00	2.10	2.8	6.28	1.98	9.91
L2	3	0.40	0.40	0.00	2.10	1	6.48	1.97	8.51
L3	3	0.80	0.80	-1.67	2.00	1.2	6.82	1.99	10.30
L4	3	0.00	1.20	-0.67	3.00	2	6.56	1.92	9.42
L5	3	0.80	0.40	0.00	3.2	2	6.26	1.94	9.18
L1	3.50	0.80	0.80	1.67	2.00	2.1	11.32	1.65	7.54
L2	3.50	0.00	0.40	0.00	2.00	2.5	11.44	1.59	7.63
L3	3.50	-0.40	0.00	-0.67	2.00	2.4	11.86	1.65	7.89
L4	3.50	1.20	0.00	0.00	4.00	2.9	11.98	1.63	7.76
L5	3.50	0.00	0.00	-0.33	2.6	1.5	11.79	1.59	7.55
L1	4	0.00	0.00	0.00	1.50	2.6	18.80	1.59	4.28
L2	4	0.40	0.40	-1.67	1.90	3.2	18.79	1.57	4.20
L3	4	0.00	-0.40	-0.67	3.00	1.5	18.32	1.58	4.32
L4	4	-0.40	0.00	0.00	2.00	2.5	18.14	1.59	4.24
L5	4	0.00	-2.00	1.67	3	2.3	19.05	1.56	4.16

4.3. **Discusión de resultados**

El aserrín de pino se destaca como un residuo maderero que cuenta con un contenido de humedad del 15.98%, por tanto, no se encuentra seco, sino que, tiene agua en su matriz orgánica, tal como, lo expresan Batool et al. (2021), quienes destacan la alta capacidad de absorción del aserrín. Además de esto, su peso unitario suelto es de 147 kg/m³ y su peso unitario compactado es de 216 kg/m³, por tanto, es un material muy ligero, según indican Batool et al. (2021) y Cabanillas (2023). Respecto a su gradación, el aserrín de pino recolectado en aserraderos locales de la ciudad de Chota tiene una gradación variable que va del tamiz N° 100 (0.15 mm) hasta el tamiz ½" (12.50 mm), estos valores se encuentran dentro de las especificaciones de la norma E.070 (MVCS, 2006) para la granulometría del agregado fino utilizado en morteros, además de que, en promedio mantienen la gradación del aserrín utilizado por Batool et al. (2021) en la producción de concreto. Por tanto, al comparar las propiedades físicas del aserrín de pino recolectado en aserraderos locales de la ciudad de Chota, con estudios previos, autores (Batool et al., 2021, Cabanillas, 2023, Huirma, 2021) han corroborado la idoneidad del aserrín de pino como un agregado fino adecuado para ser utilizado en la construcción.

Siendo así, el aserrín de pino es un subproducto de la madera que cumple con las características requeridas para ser considerado como un agregado fino en la producción de morteros y concreto. Su contenido de humedad es normal, su peso unitario suelto y compactado es ligero, y su granulometría se encuentran en el rango estipulado por la norma E.070 (MVCS, 2006) y han sido respaldados por estudios previos (Batool et al., 2021). Por ello, se ha utilizado el aserrín como árido en la producción de ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín.

Los ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín de pino con diferentes proporciones de mezcla, 1:1, 1:2, 1:3, 1:3.5 y 1:4 en volumen, fueron sometidos a ensayos geométricos, físicos y mecánicos para verificar si cumplen con las propiedades y características de la norma NTP 331.041 (INACAL, 2017).

En cuanto al alabeo máximo por concavidad y convexidad en superficie y borde, se encontró que todos los ladrillos cumplen con el límite establecido en la norma, que es de 6 mm. Esto indica que estos elementos presentan una adecuada planitud y no presentan deformaciones significativas en su forma, tal como, lo verificó Huirma (2021) cuyas unidades presentaban 1.9 mm de alabeo promedio, al utilizar madera de cedro y caoba para su producción, y los ladrillos producidos por Rodríguez (2022) que alcanzaban 1.8 mm de alabeo. Sin embargo, al analizar la variación dimensional en largo, ancho y alto de los ladrillos, se observó que las mezclas con proporciones de 1:1 y 1:2 de cemento: aserrín presentan una variación superior al límite establecido en la norma. Esto significa que estos ladrillos pueden tener cambios en su tamaño que pueden afectar su correcta instalación y desempeño en la construcción. Mientras que, los ladrillos producidos por Huirma (2021) con aserrín cumplían con el límite de variación dimensional $\pm 3\%$, siendo esta diferencia debido a las dimensiones de la unidad, ya que Huirma (2021) produjo unidades de 0.4x 0.15 x 0.20 m lo que, le facilitaba el proceso de moldeo, en cambio los ladrillos pasteleros fabricados en Chota tienen un espesor de apenas 3 cm, lo que, lleva a que, la variación dimensional sea más notable.

En cuanto a la absorción de agua, se encontró que los ladrillos con una proporción de 1:4 de cemento: aserrín superan el límite establecido en la norma, que es del 12%; esto indica que estos ladrillos tienen una mayor capacidad de absorber agua, lo que puede resultar en una menor resistencia y durabilidad a largo

plazo. Por otro lado, las otras dosificaciones no superan la absorción normada, lo que indica que tienen una capacidad adecuada de resistir la entrada de agua. Sin embargo, a medida que aumenta el porcentaje de aserrín en la mezcla, la capacidad de resistencia a la absorción de los ladrillos se reduce, tal como, lo ratifican Omar et al. (2020) y Ahmed et al. (2018) quienes concuerdan que ante el aumento del porcentaje de aserrín la absorción de agua en los ladrillos de concreto aumenta. Esto puede limitar su resistencia y durabilidad a largo plazo, especialmente en ambientes con altos niveles de humedad. Por lo tanto, es importante encontrar un equilibrio entre la incorporación de aserrín y la capacidad de absorción deseada para garantizar la calidad y durabilidad de los ladrillos.

En relación a la resistencia a la rotura, se encontró que los ladrillos con una proporción de 1:4 de cemento: aserrín no cumplen con la norma, ya que su resistencia a la rotura es inferior a los 7.5 kg/cm requeridos. Por otro lado, las otras dosificaciones superan esta capacidad mecánica normada, lo que indica que tienen una mayor resistencia y pueden soportar cargas y esfuerzos sin fallar. Siendo así, a medida que aumenta el porcentaje de aserrín en la mezcla, la resistencia a la rotura de los ladrillos disminuye, tal como, argumenta Omar et al. (2020), Pintado & Siesquen (2021), Alvarez (2022), y Mangi et al. (2019). Por lo tanto, es importante tener en cuenta esta limitación al definir la proporción adecuada de cemento y aserrín para la fabricación de ladrillos con una resistencia mecánica satisfactoria. No obstante, según Zwicky (2020) la resistencia de las unidades de concreto disminuye debido a que, el aserrín no ha sido tratado, pero si este pasase previo a su aplicación por un tratamiento con cal, el comportamiento mecánico puede duplicarse; esta afirmación, es ratificada por Mangi et al. (2019) quienes afirman que la dosificación cemento: aserrín puede incrementarse hasta

1:6 y continuar cumpliendo los requisitos mecánicos, siempre y cuando se trate el aserrín con cal previo a su aplicación en la mezcla, en cambio, esto difiere con Jaramillo & Sanchez (2021) quienes concluyeron que, aun cuando se trate el aserrín con cal este no mejora significativamente las propiedades mecánicas de la mezcla de concreto, pero si representa un beneficio para la sostenibilidad, por ello, se debe determinar el porcentaje máximo de adición de aserrín con el que, se sigan cumpliendo las propiedades mecánicas.

Por tanto, los ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín de pino con proporciones de 1:1, 1:2, 1:3 y 1:3.5 en volumen cumplen con los requisitos establecidos en la norma NTP 331.041 (INACAL, 2017) en términos de alabeo máximo, absorción de agua y resistencia a la rotura. Sin embargo, los ladrillos con una proporción de 1:4 de cemento: aserrín no cumplen con estos requisitos en cuanto a variación dimensional, absorción de agua y resistencia a la rotura. Estos resultados fueron fundamentales para la selección adecuada de la proporción de mezcla en la producción de ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín de pino, ya que una incorrecta proporción puede afectar su desempeño y durabilidad en la construcción.

En Chota, de las dosificaciones evaluadas, con 1:3.5 de cemento: aserrín los ladrillos pasteleros de concreto alcanzan características geométricas, físicas y mecánicas dentro del rango normado, además de que, es la máxima cantidad de aserrín que, se puede adicionar en la mezcla para seguir obteniendo ladrillos de concreto de calidad, con capacidad mecánica para su uso en la construcción, tal como, lo afirman Ahmed et al. (2018), obteniendo resistencias a la rotura superiores a 7.5 kg/cm, tal como, Garcés (2004) que al usar dosificaciones aproximadas de 1:2 a 1:1 de cemento: aserrín obtuvo de 7.26 a 13.69 kg/cm;

además de que, son unidades ecológicas, mientras que, para Mangui et al. (2019) se puede trabajar con una dosificación de 1:4 de cemento: aserrín y obtener concreto con buenas características mecánicas, siendo esta diferencia principalmente debido a que, todo producto orgánico presenta diferentes características al ser recolectada de diferentes espacios geográficos, además de que, trabajaron con una relación agua/cemento menor a 0.50 durante la producción de la pasta de concreto.

Técnicamente las ventajas de los ladrillos de concreto 1: 3.5 de cemento: aserrín sobre los ladrillos pasteleros comerciales son la ligereza, la sostenibilidad, la capacidad mecánica similar y el bajo costo, mientras que, las limitaciones se dan cuando se acrecienta el porcentaje de aserrín ya que en tal caso se reduce su resistencia mecánica y su capacidad de absorción haciéndolos más vulnerables a la intemperie.

En primer lugar, se encontró que los ladrillos de concreto 1:3.5 de cemento: aserrín presentaron ventajas en términos de ligereza. Debido a la incorporación de aserrín en la mezcla, estos ladrillos tienen una menor densidad en comparación con los ladrillos pasteleros comerciales, tal como, lo ratifican Omar et al. (2020), Ahmed et al. (2018) y Bellido (2018), debido a que, a mayor porcentaje de aserrín en la mezcla el peso y la densidad del concreto es menor. Esta característica es beneficiosa, ya que reduce el peso y facilita el transporte y manejo de los ladrillos durante la construcción, siendo así, Mangi et al. (2019) también resalta la reducción del peso al utilizar aserrín en la mezcla con cemento para la producción de ladrillos o bloques.

Además, los ladrillos de concreto 1:3.5 de cemento: aserrín también presentaron ventajas en términos de sostenibilidad. La incorporación de aserrín en

la mezcla de concreto permite reducir la cantidad de cemento requerido, lo que a su vez reduce la emisión de CO₂ asociada a la producción de cemento. Además, el aserrín es un material renovable y fácilmente disponible, lo que hace que estos ladrillos sean una opción más sostenible en comparación con los ladrillos pasteleros comerciales, tal como, lo ratifican Mwango et al. (2019) quienes mencionan que, una mayor utilización de compuestos de aserrín en la construcción mitigará la posible contaminación ambiental de este compuesto maderero, además de que, conserva la energía con un ciclo de recirculación, reduciendo también los costos de eliminación y disposición final.

En cuanto a la capacidad de absorción, se encontró que los ladrillos de concreto 1:3.5 de cemento: aserrín presentaron una absorción por debajo del 12% permitido por la norma. Esto indica que estos ladrillos son capaces de resistir la penetración del agua y, por lo tanto, son menos vulnerables a los efectos de la intemperie en comparación con los ladrillos pasteleros comerciales. Así mismo, en cuanto a la capacidad mecánica, se encontró que los ladrillos de concreto 1:3.5 de cemento: aserrín presentaron una resistencia a la rotura similar a la de los ladrillos pasteleros comerciales. Esto indica que estos ladrillos son capaces de soportar cargas moderadas sin romperse.

El costo de producción de los ladrillos pasteleros de concreto 1:3.5 de cemento: aserrín es ligeramente menor al costo de adquisición de los ladrillos pasteleros comerciales, lo que, es favorable debido a que, se puede reemplazar los agregados finos naturales por un residuo maderero y mantener las propiedades del ladrillo a bajo costo, tal como argumentan Batoool et al. (2021), siendo así, se puede inferir que son económicamente competitivos como ratifica Zwicky (2020).

En resumen, el aserrín tiene propiedades similares a un árido en cuando a gradación, pero con menor peso por lo que, se ha utilizado como agregado fino ligero para la producción de ladrillos pasteleros de concreto. Los ladrillos de concreto de cemento: aserrín presentan ventajas técnicas significativas en términos de ligereza, sostenibilidad y capacidad mecánica similar en comparación con los ladrillos pasteleros comerciales, siendo viable su utilización en la construcción de edificios, tal como, lo confirman Mangi et al. (2019). Sin embargo, es importante tener en cuenta las limitaciones asociadas con el aumento del porcentaje de aserrín, que incluyen una reducción en la resistencia mecánica y la capacidad de absorción de los ladrillos. Estas consideraciones deben ser tomadas en cuenta al seleccionar la proporción adecuada de cemento y aserrín para la fabricación de ladrillos de concreto con características óptimas para su aplicación específica. Por ello, la dosificación idónea para la producción de estos ladrillos pasteleros de 1:3.5 cemento: aserrín, debido a que, con dicha dosificación se cumple con las NTP 331.041 (INACAL, 2017) y se logra un mayor aporte ambiental, no obstante, para verificar su aplicabilidad en el contexto real, se ha planteado el modelamiento de una vivienda unifamiliar con techo de cobertura liviana (ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín), verificando que cumple con las derivas, nodos de vibración y carga estática – dinámica de una edificación sismorresistente.

CAPÍTULO V.

PROPUESTA

5.1. Formulación de la propuesta para la solución del problema

5.1.1. Modelamiento arquitectónico

En la ciudad de Chota, se ha planteado el modelo de una edificación unifamiliar de dos niveles con acceso al nivel superior por medio de una escalera en U, en el primer piso se ubica la sala, hall, comedor, cocina y lavandería, mientras que, en el segundo nivel se ubican los cuartos de la propiedad. No obstante, la particularidad de la edificación es que, en la cubierta superior o techo, se ha dispuesto la colocación de ladrillo pastelero de concreto 1: 3.5 cemento: aserrín, para verificar si este material cumple con sus expectativas de uso, a través del modelamiento de la edificación en REVIT 2022 para verificar la arquitectura y en ETABS para el modelamiento de la estructura.

Figura 57

Vivienda Unifamiliar con Cobertura de Ladrillo Pastelero

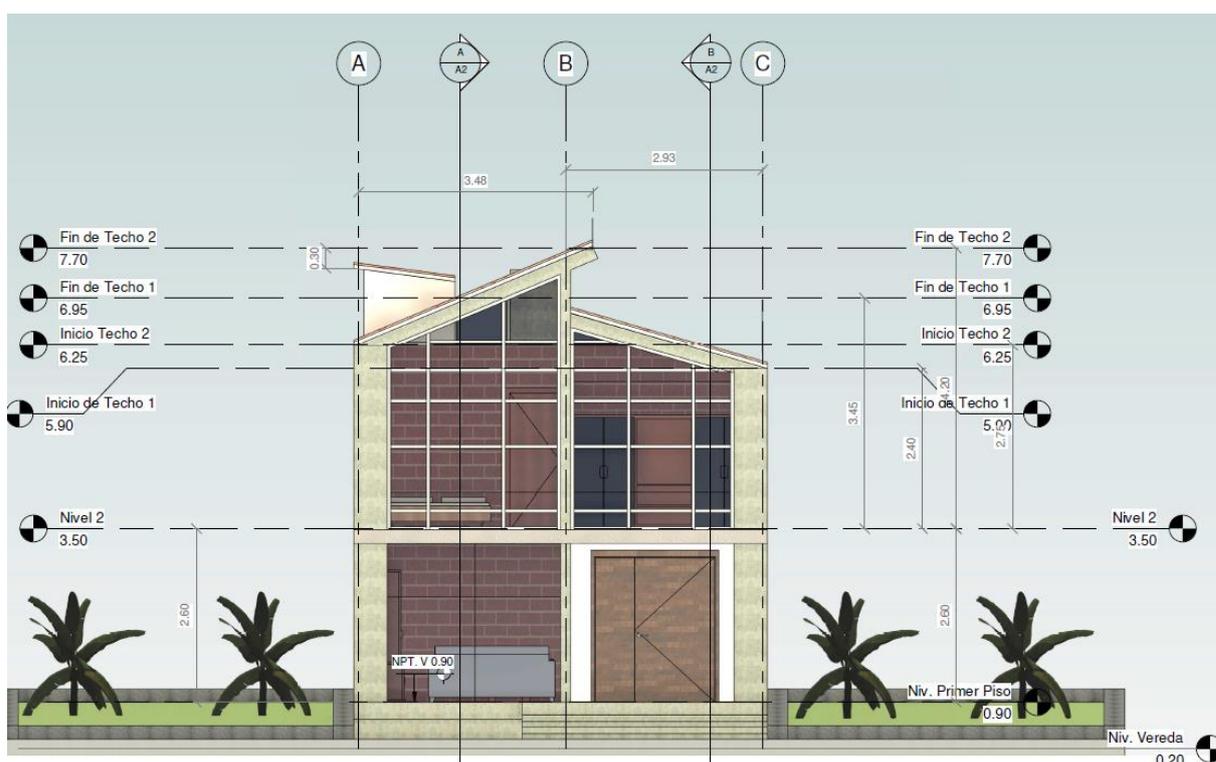


Figura 58

Vista en Planta del Primer Nivel de la Vivienda Unifamiliar con Cobertura de Ladrillo Pastelero

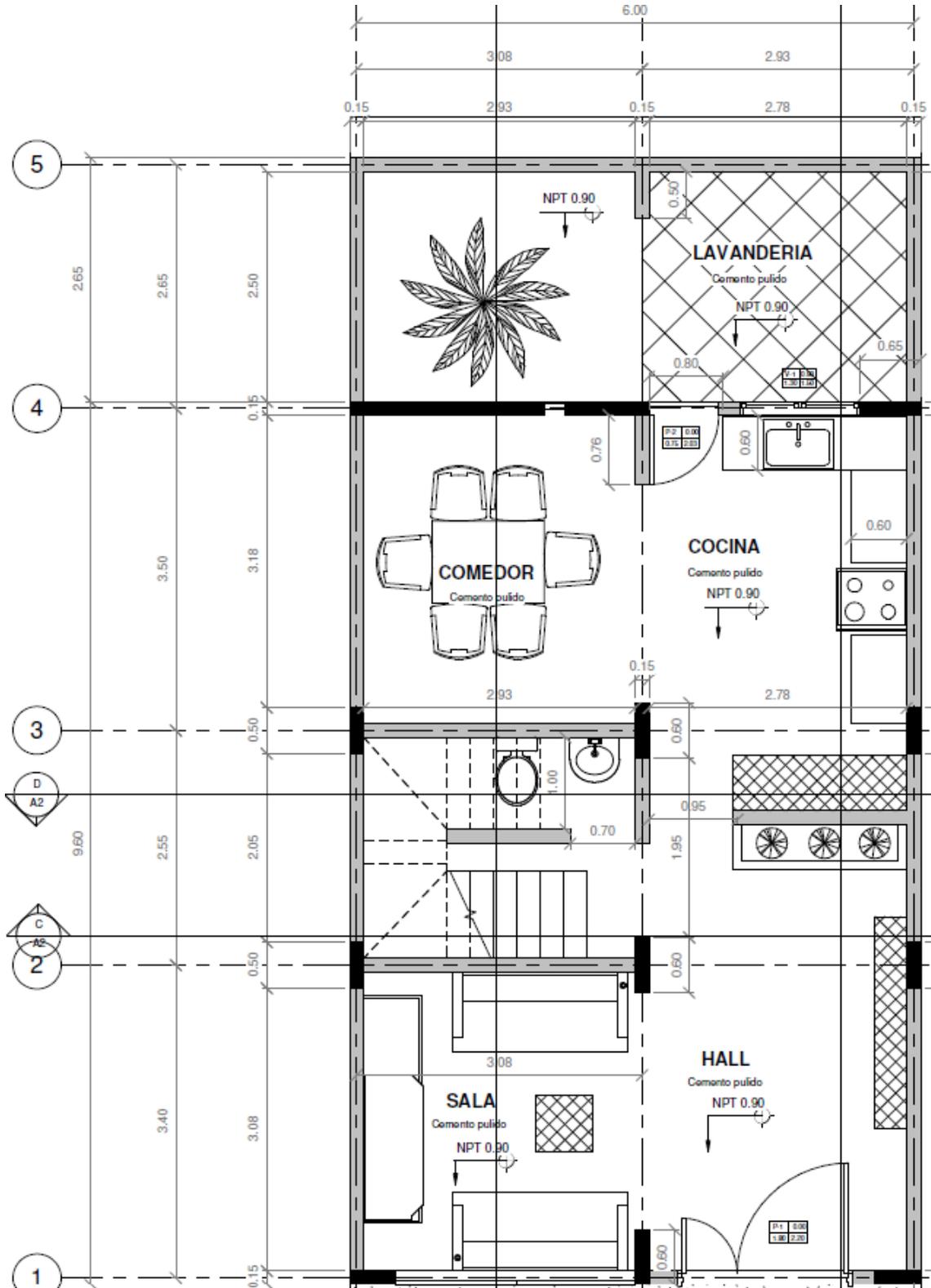


Figura 59

Vista 3D de la Vivienda Unifamiliar con Cobertura de Ladrillo Pastelero



5.1.2. Pre dimensionamiento de la vivienda

El sistema de la vivienda es aporticado en x-x y albañilería armada en y-y.

a) Peralte de columnas de confinamiento

El peralte mínimo de las columnas es de 25 cm como mínimo.

b) Espesor de ladrillo:

$$T = \frac{h}{20} = \frac{2.6}{20} = 0.13 \text{ m} \quad (1)$$

c) Densidad de muros

Se ubica en la zona 3 donde el factor es 0.25, el factor de uso es $U= 1$, el factor del perfil del suelo es 1.2, el número de pisos es 2, y el área de todo el segundo piso es 54.5 m².

Se observa que, en la dirección “Y” la densidad de muros cumple con la condición de resistir la cortante sísmica.

$$\frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56} \quad (2)$$

Tabla 48

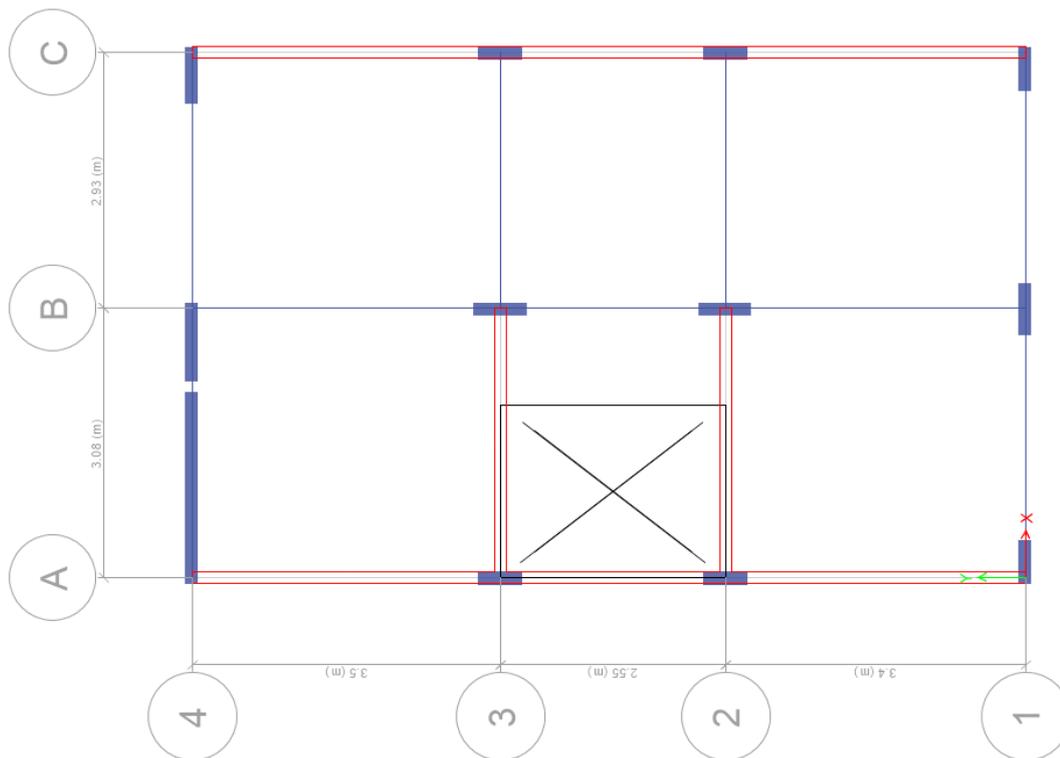
Parámetro de Control de Densidad de Muros

Dirección en Y-Y					
Muro	L (m)	t(m)	Nm	Ac (m2)	AcxNm
MY1	9.6	0.13	1	1.248	1.248
MY2	9.6	0.13	1	1.248	1.248
				$\frac{\sum Lt}{Ap} =$	0.046
0.046		>	0.011		

5.1.3. Modelamiento estructural

Para el modelamiento estructural se ha configurado el programa. Se han definido los materiales: concreto (Peso unitario 2400 kg/m³, módulo de elasticidad 22173706.51 tonf/m², resistencia a compresión 210 kg/cm²), albañilería (Peso unitario 1850 kg/m³, módulo de elasticidad 325000 tonf/m², resistencia a compresión 65 kg/cm²); se han definido las secciones. Luego se ha dibujado los muros de albañilería, las columnas y vigas.

Figura 60 *Modelo en Planta de la Estructura Dibujada en ETABS*



También, se han definido las características de la losa aligerada planteando el metrado de cargas, donde se considera el peso del ladrillo para cobertura de techo que se ha planteado en el estudio. La vivienda tiene 2 niveles, se ha considerado las cargas por peso propio carga muerta (Dead), Carga Viva (Live).

Tabla 49

Metrado de Cargas del Primer Piso de la Edificación

Piso	Descripción	Cant/m2	Peso Unitario (kg)	Peso por m2	Peso Total (kg/m2)
Carga muerta					
PISO 1	- Peso del ladrillo 30x30x15cm	8.33	8.4	70.0	270.0
	- Acabados			100	
	- Tabiquería			100	
Carga viva					
	- Vivienda				200

Tabla 50

Metrado de Cargas del Segundo Piso de la Edificación

Ladrillo Pastelero					
DESCRIPCIÓN	Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (mm)	Peso aprox (kg)	
Dimensiones y peso	0.24	0.18	30	1.06	
Descripción	Cant/m2	Peso Unitario (kg)	Peso por m2	Peso Total (kg/m2)	
Carga muerta					
TECHOS	- Ladrillo Pastelero	0.0432	1.06	24.54	102
	- Peso del ladrillo 30x30x15cm	8.33	8.4	70.0	
	- Otras cargas no consideradas			7.46	
Carga viva de techo					
	- Techos				50

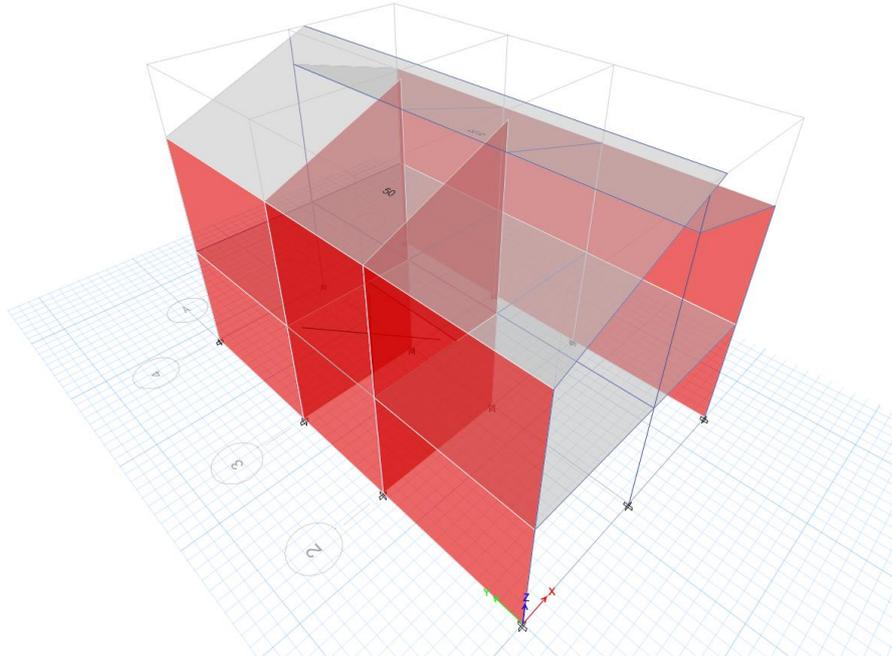
Una vez definidas las cargas estas se asignan y se designan los diafragmas rígidos.

Se selecciona todos los apoyos en la base y en empotramiento perfecto para luego

crear el brazo rígido y se realiza la discretización interna y la conectividad de elementos estructurales, planteando así el análisis de cortante estático y dinámico.

Figura 61

Asignación de Carga Viva en el Techo.



5.1.4. Análisis sísmico estático y dinámico

En el anexo se muestra el análisis sísmico detallado, pero en conclusión se puede mencionar que, el modelo cumple con ser menor a las derivas permisibles dadas en la norma E.030 (MVCS, 2018) siendo el desplazamiento relativo (deriva) en la dirección x 0.00007 (menor a 0.007 para concreto armado) y en la dirección y es 0.00003 (menor a 0.005 para albañilería), y también cumple con los modos de vibración el primero y segundo en traslación y el tercero en rotación. Así mismo, la cortante dinámica si representa más del 80% de la cortante dinámica, siendo en Y el 85%, no obstante, en X se tuvo que aplicar un factor de amplificación dado por 2.45, no obstante, este factor no afecta los desplazamientos, sino simplemente el diseño.

Figura 62

Primer Modo de Vibración: Traslación, en X

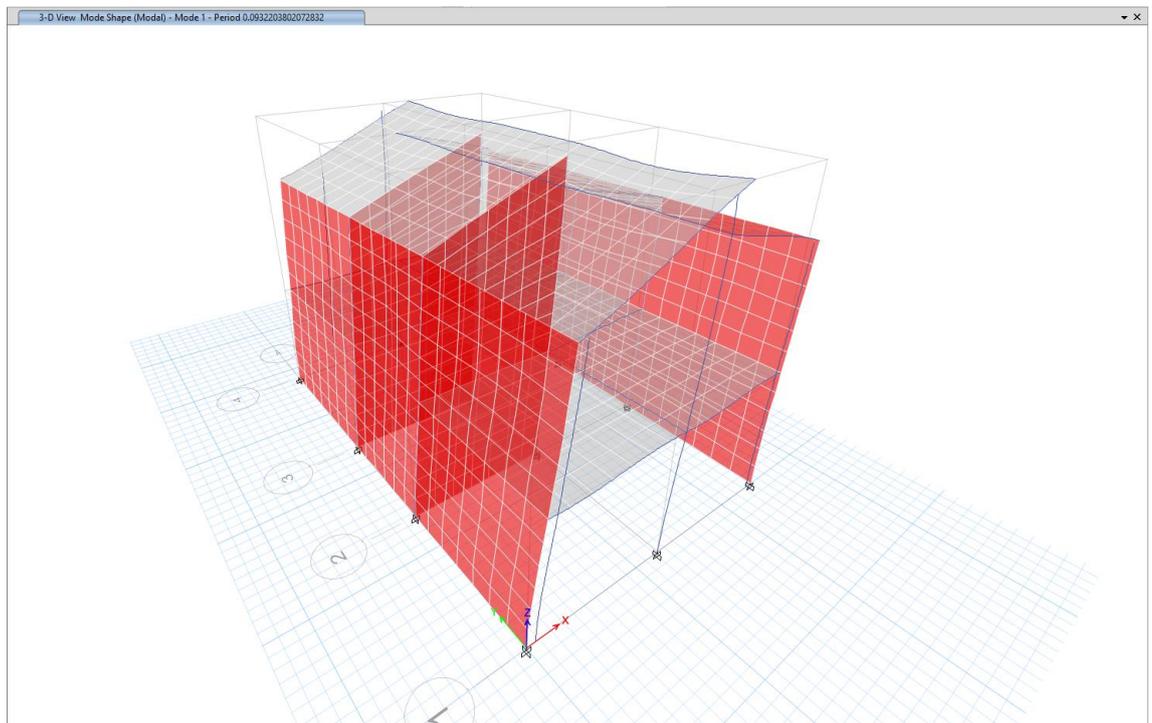


Figura 63

Segundo Modo de Vibración: Traslación.

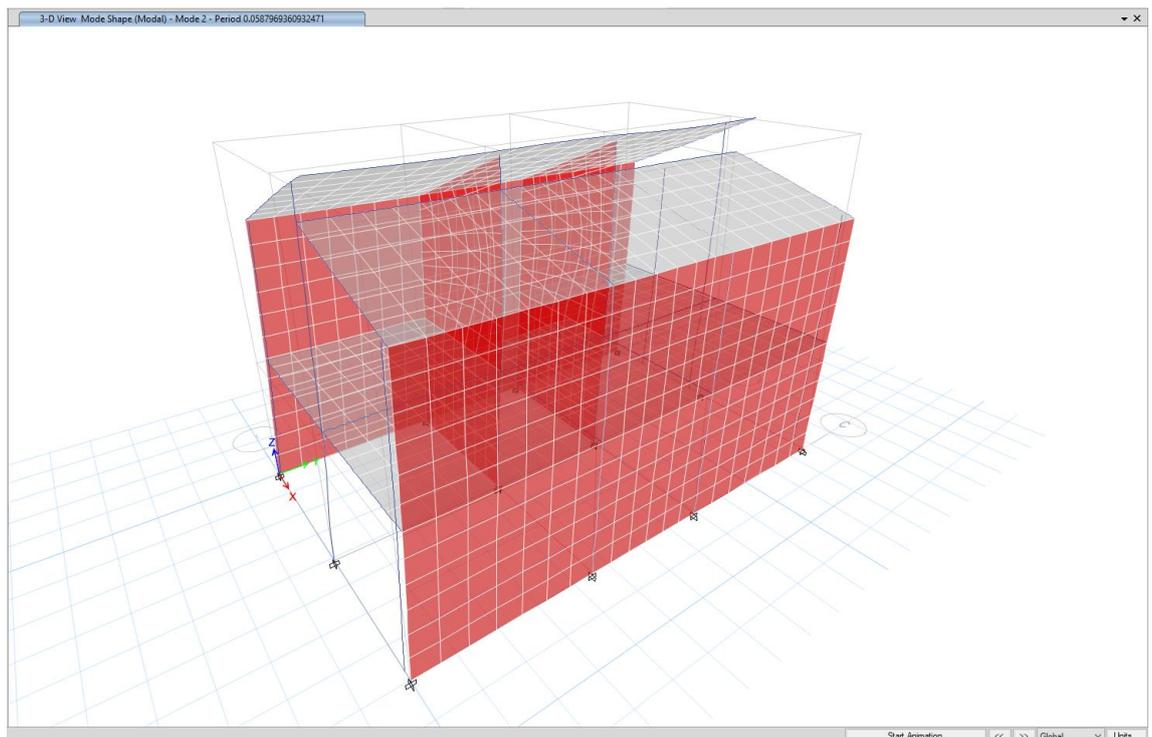


Figura 64 Tercer Modo de Vibración: Rotación.

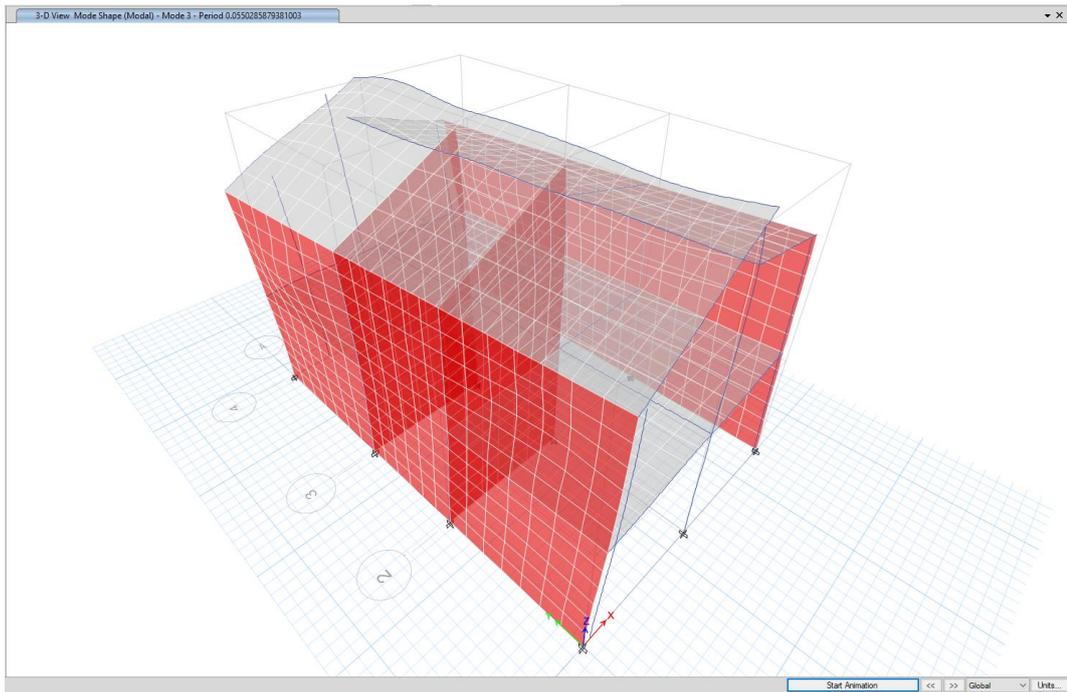


Figura 65

Desplazamiento Absoluto de la Estructura por Carga de Sismo en Dirección X

$= 0.41 \text{ mm}$

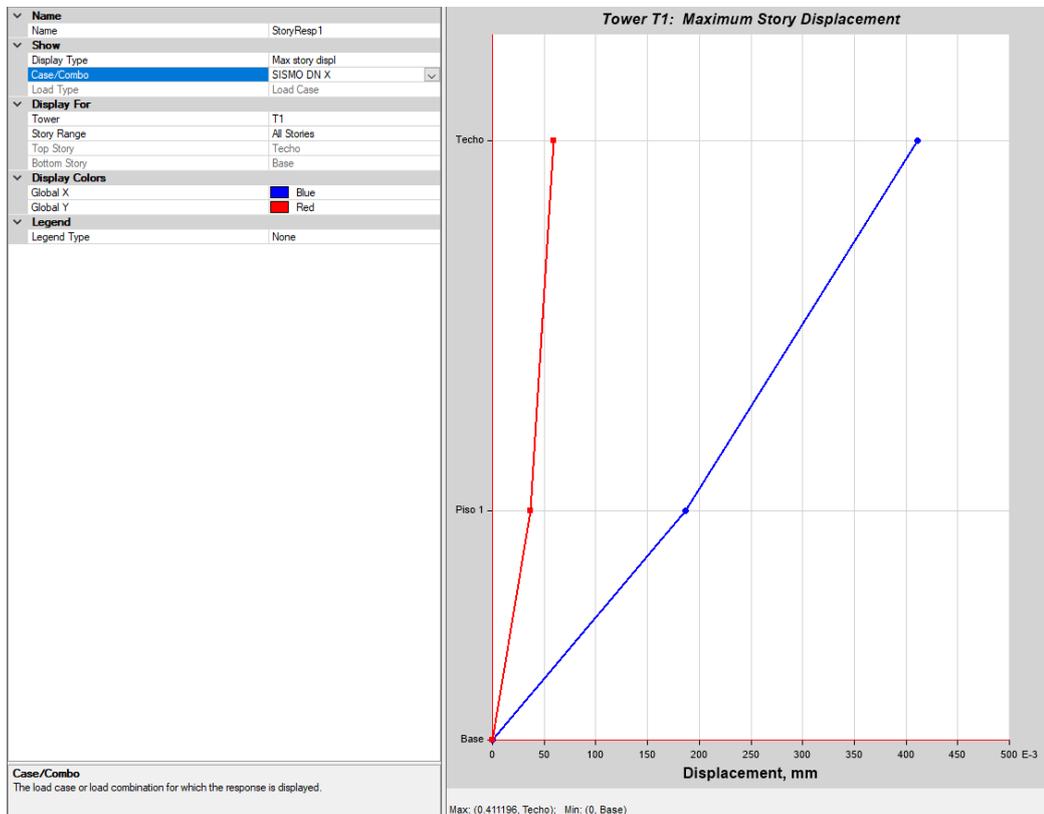


Figura 66 Desplazamiento Absoluto de la Estructura por Carga de Sismo en Dirección Y = 0.11 mm

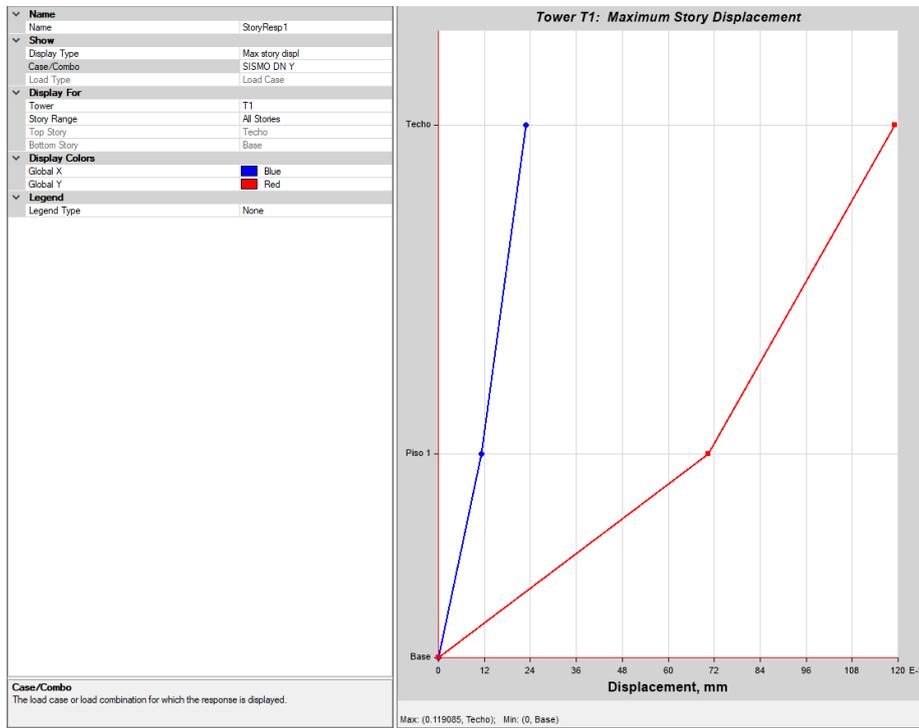


Figura 67 El desplazamiento Relativo (deriva) en la dirección X es: $0.00007 < 0.007$ (Concreto Armado); por lo que cumple para esta dirección.

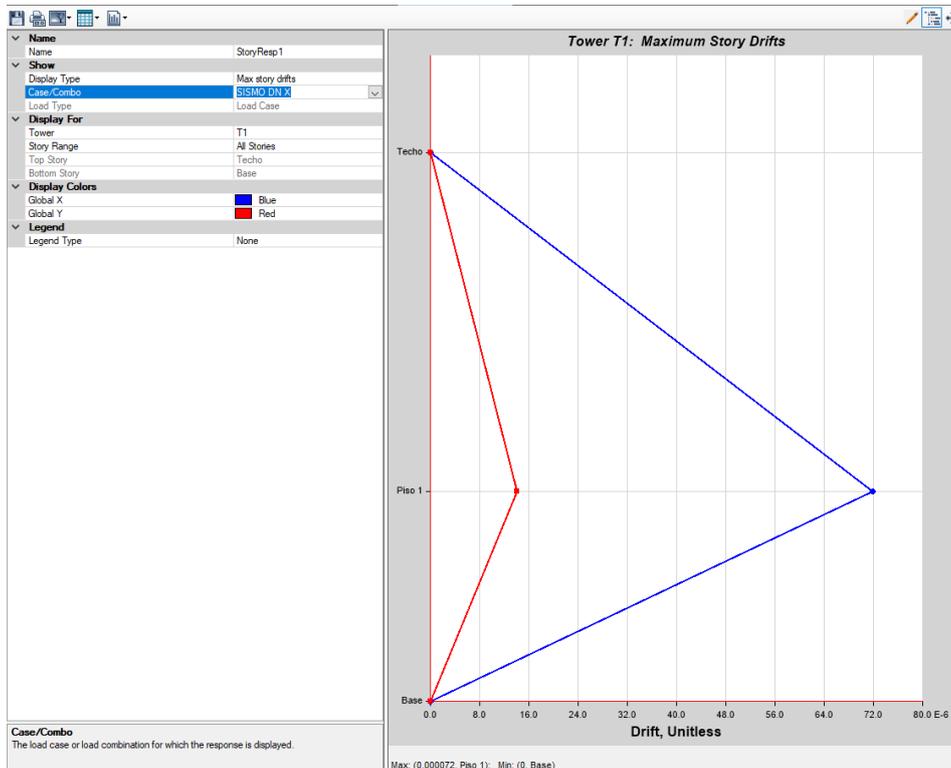
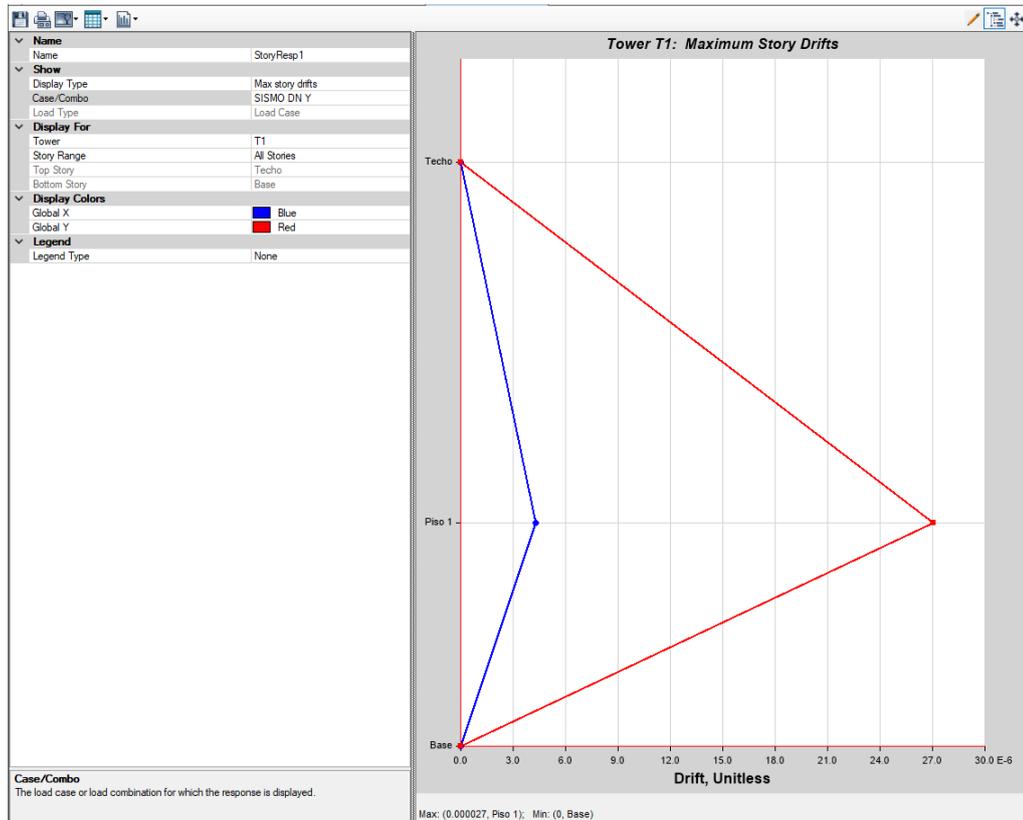


Figura 68 El desplazamiento Relativo (deriva) en la Dirección Y

es: $0.00003 < 0.005$ (Albañilería); por lo que cumple para esta dirección.



CAPÍTULO VI.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Como conclusión general se ha determinado que, la proporción de aserrín de pino influye en las propiedades técnicas: absorción, peso y resistencia a la rotura de los ladrillos pasteleros de concreto para cobertura de techo con coeficientes de correlación de Pearson de 0.879, -0.987 y -0.994, correspondientemente. Llegando a las conclusiones específicas:

- 1) El aserrín de pino es un residuo húmedo (15.98%), liviano con peso unitario suelto y compactado de 147 y 216 kg/m³, respectivamente, con gradación dentro del huso granulométrico del agregado fino para mortero dado en la norma E.070 (MVCS, 2006).
- 2) Los ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín de pino hechos con proporciones 1:1, 1:2, 1:3, 1:3.5 y 1:4 en volumen, cumplen con no superar el alabeo máximo (6 mm) por concavidad y convexidad en superficie y borde dado en la NTP 331.041 (INACAL, 2017). Mientras que, los ladrillos con 1:4 cemento: aserrín, cumplen con presentar absorción superior a 12%, pero no superan la resistencia a la rotura 7.5 kg/cm, por tanto, no cumplen con la NTP 331.041 (INACAL, 2017). En cambio, con la dosificación 1:3.5 de cemento: aserrín se alcanza las mejores características geométricas, físicas y mecánicas en los ladrillos pasteleros de concreto ecológico.
- 3) Técnicamente las ventajas de los ladrillos de concreto 1: 3.5 de cemento: aserrín sobre los ladrillos pasteleros comerciales son la ligereza, la sostenibilidad, la capacidad mecánica similar y el bajo costo, mientras que, las limitaciones se dan cuando se acrecienta el porcentaje de aserrín ya que en tal caso se reduce su resistencia mecánica y su capacidad de absorción haciéndolos más vulnerables a la intemperie.

6.2. Recomendaciones y/o sugerencias

- Se recomienda utilizar la proporción 1:3.5 de cemento: aserrín de pino de las madereras Chotanas para la producción de ladrillos pasteleros de concreto con el fin de aplicarlos en coberturas de techo.
- Así mismo, se recomienda establecer alianzas con empresas de aserraderos para obtener un suministro constante y asequible de aserrín de pino que, pueda ser utilizado en la producción de ladrillos pasteleros de concreto cemento: aserrín.
- Se sugiere investigar y evaluar las propiedades de aislamiento térmico y acústico de los ladrillos de concreto modificados con aserrín de pino. Esto podría ofrecer beneficios adicionales para los usuarios finales al mejorar la eficiencia energética y reducir la transmisión de ruido.
- Se aconseja también, promocionar el uso de ladrillos de concreto con aserrín de pino en la construcción de viviendas sostenibles y de bajo impacto ambiental. Esto podría incluir programas de difusión y sensibilización para fomentar la adopción de estas técnicas constructivas en la comunidad local.
- Se espera que, esta investigación sea el inicio para la formulación de nuevos temas de estudio en los que se integre la evaluación de ladrillos con adición de otro tipo de residuos industriales o vegetales para su uso en la provincia de Chota.

CAPÍTULO VII.

REFERENCIAS

- Abdul, A.S.M, Mariyama, A.A.K., y Hossain, M.Z. (2016). Some aspects of physical and mechanical properties of sawdust concrete. *International Journal of GEOMATE*, 10(21), 1918-1923. 1918-1923-5304-Awal-May-2016-c1.pdf
- Ahmad, R., Nor, R y Azliya, S. (2017). Use of Sawdust as Admixture in Cement-Sand Brick. *Science & Technology*, 25(5), 205-210.
- Ahmed, W., Arsalan, R., Ali, S., Ahmad, S., Latif, W. y Usman, M. (2018), Effective use of sawdust for the production of eco-friendly and thermal-energy efficient normal weight and lightweight concretes with tailored fracture properties. *Journal of Cleaner Production*, 184(1), 1016-1027. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.009>
- Alí, S., Binti, N., Ahmed, S., y Wan, M.H.B. (2019). Utilization of Sawdust in Concrete Masonry Blocks: A Review. *Mehran University Research Journal of Engineering & Technology*, 38(2), 487-494. <https://doi.org/10.22581/muet1982.1902.23>
- Alvarez, V., Cohen, M., Gonzáles, P., Herrera, C., Pardo, E. y Stange, M.A. (2007). Disponibilidad de residuos madereros, Residuos de la industria primaria de la madera, disponibilidad para uso energético. Chile: Simef. <https://n9.cl/hul7>
- Alvarez, T. (2022). *Estudio de resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², con la adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua, Cajamarca 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/32046>
- Asman, N. S. A., Bolong, N., Mirasa, A. K., & Asrah, H. (2020, April). Life cycle assessment of interlocking compressed earth brick and conventional fired clay brick for residential house. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1529, No. 4, p. 042012). IOP Publishing. DOI 10.1088/1742-6596/1529/4/042012
- Astete, H.S., Espinoza, F.R. y Rojas, N. (2014). *Cálculo de la cobertura estructural del techo de la cafetería de UPN aplicando integrales por el método de longitud de arcos*. Universidad Privada del Norte. <https://afly.co/mkc3>
- Ayala-Mendivil, N. y Sandoval, G. (2018). Bioenergía a partir de residuos forestales y de madera. *Madera bosques*, 24(1), [online]. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2401877>

- Barrantes, J.A. y Holguín, R.C. (2015). *Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento, sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de tránsito liviano*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo.]
- Barrena, A. (2016). *El aserrín como material expresivo en el diseño interior*. [Tesis de grado. Universidad del Azuay, Cuenca-Ecuador]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5922/1/12241.pdf>
- Barrera, C. R., Higuera, S. T., & Gutiérrez, W. J. (2008). Metodología para la enseñanza del concepto de difusión simple y Ley de Fick a partir de trabajo interdisciplinar. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 3(1), 103-108. <https://doi.org/10.14483/23464712.5270>
- Batool, F., Islam, K., Cakiroglu, C., & Shahriar, A. (2021). Effectiveness of wood waste sawdust to produce medium-to low-strength concrete materials. *Journal of Building Engineering*, 44, 103237. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103237>
- Bellido, L.J. (2018). *Propiedades mecánicas del concreto ligero con incorporación de virutas de madera*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3859>
- Cabanillas, G.Y. (2023). *Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Sustituyendo Aserrín de Pinus Spp al Agregado Fino*. [Tesis de grado para optar el título de ingeniero civil, Universidad Señor de Sipán]. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/11076>
- Calatayud, F.M., Gonzales, J.J., Maestro, F. y Mestre, F. (2006). *Glosario de carpintería y ebanistería para escuelas taller*. <https://afly.co/mk73>
- Carro, A. N. (2007). Propiedades a compresión de la mampostería de bloques de concreto. *Ingeniería*, 17(2), 53-70.
- Cigüeñas, P.C. (2020). *Determinación del comportamiento mecánico del concreto con adición de aserrín*. [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/6644>
- Cruz, C.A, Figueroa, P.R. y Hernandez, C.L. (2012). *Estructuración, análisis y diseño estructural de elementos de techo con perfiles metálicos utilizando el método LRFD*. [Tesis de grado, Universidad de El Salvador]
- Díaz, J.L. y Torres, H. (2018). *Evaluación técnica de bloques de concreto para uso estructural elaborados de escombros de concreto de losas de pavimento rígido*.

- [Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas].
- Díaz, C.C., Montalvan, Y.A., Pinchi, F. y Seijas, K. (2017). Unidades de albañilería de arcilla, calcarios, bloque de concreto vibrado, adobe, grietas y fisuras en los muros. Universidad Científica del Perú. Disponible en: <https://n9.cl/xgo3>
- Díaz, J.A. (2014). *Patologías más incidentes en edificios de instituciones educativas de la zona urbana de los Baños del Inca, Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/369>
- Díaz, L. (2011). *La observación. Textos de apoyo didáctico*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. <https://afly.co/nvh2>
- Dolmatov, S.N. (2017). Effect Fractional Composition of Sawdust on the Strength Properties of Concrete Based on Sawdust. *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Techonologies*, 10(1), 48-51. <https://core.ac.uk/download/pdf/84933983.pdf>
- Fadda, G., Brown, R.A., Magliozzi, R, Aubert-Broche, B., O'Mahony, J., Shinohara. R.T., Banwell, B., Marrie, R.A., Yeh, E.A., Collins, L., Arnold, D.L., Bar-Or, A. (2019). A surface-In gradient of thalamic damage evolves in pediatric multiple sclerosis. *Annals of Neurology*, 85(1), 340-351. https://www.researchgate.net/figure/Example-of-Ficks-law-of-diffusion-Example-shows-the-form-of-Ficks-law-of-diffusion_fig2_330889005
- Ferreira, R. V., Valencia, L. E. C., & Hernández, C. E. M. (2016). Concreto Liger. *Jóvenes en la ciencia*, 2(1), 1374-1377. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1270>
- Folagbade, S.O. y Aluko, O. (2019). Permeation Resistance of Sawdust Ash Blended Cement Laterized Concrete. *Civil Engineering Dimension*, 21(2), 76-83. <https://doi.org/10.9744/ced.21.2.76-83>
- Fombuena Borrás, V., Cardona Navarrete, S. C., & Domínguez Candela, I. (2021). *Fenómenos de transporte. Resolución de un caso práctico mediante la primera ley de Fick*. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/167233>
- Fuentes Molina, N., Fragozo Tarifa, O. I., & Vizcaino Mendoza, L. (2015). Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no

- estructural. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(2), 99-116.
<http://dx.doi.org/10.15665/re.v13i1.348>
- Garcés, L.E. (2004). *Hormigón de aserrín*. Universidad Austral de Chile.
- García-Ortega, P. y Belmonte, J. (2011). Pinos. *Árboles*, 1(1), 139-142.
- Garzón, G., Montenegro, E. y López, F. (2005). Uso de aserrín y acículas como sustrato de germinación y crecimiento de *quercus humboldtii* (roble). *Colombia Forestal*, 9(18), 98-108. <https://www.redalyc.org/pdf/4239/423939557008.pdf>
- Godoy, E. A. (2020). Aprovechando los Residuos Madereros. *Ecoportal*.
http://www.ecoportal.net/Temas-Especiales/Educacion-Ambiental/Aprovechando_los_Residuos_Madereros/
- Huda, N., Abdul, A.A., Mansor, H., Alisibramulisi, A., y Mohd, N. (2019). Concrete using sawdust as partial replacement of sand: Is it strong and does not endanger health?. *International Conference on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials (SCESCM 2018)*, 258(1), 1-15.
<https://doi.org/10.1051/mateconf/201925801015>
- Huirma, H.L. (2021). *Elaboración de bloques de concreto con la adición de aserrín para el uso en edificaciones de albañilería confinada, Juliaca – Puno 2021*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/58815>
- Instituto nacional de la calidad, INACAL. (2018). *NTP 400.012. Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, 3ª ed.* Lima, Perú.
- INACAL. (2018). *NTP 339.185. Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado, 2ª ed.* Lima, Perú.
- INACAL. (2020). *NTP 400.017. Agregados. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso unitario) y los vacíos en los agregados.* Lima, Perú.
- INACAL. (2018). *NTP 400.021. Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso, 3ª ed.* Lima, Perú.
- INACAL. (2018). *NTP 400.022. Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino, 3ª ed.* Lima, Perú.

- INACAL. (2018). *NTP 400.037. Agregados. Agregados. Agregados para concreto. Requisitos, 4ª ed.* Lima, Perú.
- INACAL. (2017). *NTP 331.041. Ladrillo para cobertura, Pastelero. Requisitos. 1ª Edición.* Lima, Perú.
- INACAL. (2015). *NTP 399.604. Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.* Lima, Perú.
- Jaramillo, E.U. & Sanchez, E.P. (2021). *Utilización de aserrín como adición en la elaboración de concreto no estructural en la ciudad de Nuevo Chimbote -2017.* [Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Nacional del Santa de Chimbote]. <https://hdl.handle.net/20.500.14278/3635>
- Keyeux, G. (2006). *Ética de la investigación en seres humanos y políticas de salud pública.* Red Latinoamericana y del Caribe de Bioética, UNESCO. https://www.google.com.pe/books/edition/%C3%89tica_de_la_investigaci%C3%B3n_en_seres_hum/5seFZgRtuawC?hl=es
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W.C. y Tanesi, J. (2004). *Diseño y control de mezclado de concreto, 1era ed.* EE.UU.: Portland Cement Association.
- Lamadrid, E. (2019). *Diseño de infraestructura de una institución educativa primaria para mejorar la calidad de educación en el centro poblado menor Insculas, distrito de Olmos – Lambayeque 2019.* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/38053>
- Liu, S., Wang, R., Yu, J., Peng, X., Cai, Y., & Tu, B. (2020). Effectiveness of the anti-erosion of an MICP coating on the surfaces of ancient clay roof tiles. *Construction and Building Materials*, 243, 118202.
- Madrid, M., Orbe, A., Carré, H. y García, Y. (2018). Thermal performance of sawdust and lime-mud concrete masonry units. *Construction and Building Materials*, 169(1), 113-123. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.02.193>
- Maestro. (2016, 28 de diciembre). ¿Cómo instalar ladrillos pasteleros? [Video]. YouTube. <https://afly.co/mlp3>
- Mangi, S. A., Jamaluddin, N. B., Siddiqui, Z., Memon, S. A., & Ibrahim, M. H. B. W. (2019). Utilization of sawdust in concrete masonry blocks: A review. *Mehran University Research Journal of Engineering & Technology*, 38(2), 487-494. <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.291965731461322>

- Marley, M. (2016, 23 de noviembre). *What are the different parts of a roof and their meaning?*. Marley. <https://www.marley.co.uk/blog/what-are-the-different-parts-of-a-roof>
- Martínez, Y., García, M. y Martínez, E. (2015). Impacto ambiental de residuos industriales de aserrín y plástico. Usos para la industria de tablero en Cuba. *Avances*, 16(2): 1562—3297. <https://afly.co/mmr3>
- Mayta, D.L. (17 de abril, 2019). ¿Qué ladrillos debo usar para la construcción de mi vivienda?. Blog de la construcción. Disponible en: <https://afly.co/mln3>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones, MTC. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Lima-Perú: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, MVCS. (2006). *Norma E.070 “Albañilería” Reglamento Nacional de Edificaciones*. Instituto de la Construcción y Gerencia. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_070.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, MVCS. (2018). *Norma E.030 “Diseño sismorresistente” R.M. N° 355-2018-VIVIENDA. Reglamento Nacional de Edificaciones*. Instituto de la Construcción y Gerencia. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E030_RM-355-2018-VIVIENDA_Peruano.pdf
- Mott, R. L., Salas, R. N., Flores, M. A. R., & Martínez, E. B. (2009). *Resistencia de materiales* (Vol. 5). Pearson Educación. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/article/download/2361/2363?inline=1>
- Müller-Using, S., Müller-Using, B., & Petersen, R. (2022). Evaluación silvícola de bosques seminaturales de Roble y Pino Oregón: Estudio de caso en una empresa agrícola-forestal de mediana propiedad en el Centro-Sur de Chile. *Ciencia & Investigación Forestal*, 33-45. <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2022.563>
- Municipalidad Provincial de Chota, MPCH. (2018). *Plan de desarrollo urbano PDU Chota 2017 – 2027*. MPCH.
- Mwango, A., & Kambole, C. (2019). Engineering characteristics and potential increased utilisation of sawdust composites in construction—A review. *Journal of Building Construction and Planning Research*, 7(3), 59-88. DOI: 10.4236/jbcpr.2019.73005

- Omar, M. F., Abdullah, M. A. H., Rashid, N. A., & Rani, A. A. (2020, February). Partially replacement of cement by sawdust and fly ash in lightweight foam concrete. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 743, No. 1, p. 012035). IOP Publishing. DOI 10.1088/1757-899X/743/1/012035
- Ortega, A. (2019). Estudio del comportamiento mecánico de morteros modificados con fibras de aserrín bajo esfuerzos de compresión. *Ingeniería y desarrollo*, 37(1), 20-35. DOI: <http://dx.doi.org/10.14482/inde.37.1.620>
- Pineda-Pineda, J., Sánchez, F., Ramírez-Arias, A., Castillo-González, A.M, Valdés-Aguilar, L.A., y Moreno-Pérez, E.C. (2012). Aserrín de pino como sustrato hidropónico. I: Variación en características físicas durante cinco ciclos de cultivo. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 18(1), 95-111.
- Pintado, J.H. & Siesquen, J.C. (2021). *Caracterización física – mecánica de concreto adicionando aserrín de madera y ceniza de cascarilla de arroz en la ciudad de san Ignacio – Cajamarca*. [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/75697>
- Pykin, A.A., Gornostaeva, E.Y., Lukutsova, N.P. y Pykina, J.S. (2019). Lightweight Concrete Based on Gypseous Binding Materials, Modified with Microcrystalline Cellulose, and Cavitationly Processed Sawdust. *Materials Science Forum*, 945(1), 188-192. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.945.188>
- Ramirez, L.A. (2018). *Las Propiedades físicas y mecánicas de ladrillo ecológico suelo – cemento fabricadas con adición de 20% de aserrín de madera para muros no portantes en la ciudad de Huaraz-2016*. [Tesis de grado, Universidad San Pedro de Huaraz]
- Rivera, T. (16 de octubre, 2014). Concreto y sus propiedades. SlideShare. <https://n9.cl/hkfz>
- Rodríguez, K.H. (2022). *Ladrillos Ecológicos para Losas Aligeradas, elaborado con: Aserrín, Botella Reciclada PET, Cemento Adicionado ICo y Agua Reciclada Gris, Cajamarca 2021*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5309>
- Rojas, R. V., Magro, R., & Cerda, R. C. (2021). Factores críticos de pre-diseño para la durabilidad constructiva. Capilla Anglicana de Chañaral, Chile Critical Pre-Design factors for constructive durability: Anglican Chapel of Chañaral, in Chile. *ArquitecturaRevista*, 17(2), 236-257. DOI: 10.4013/arq.2021.172.04

- Sánchez, C.N. (2017). *Comportamiento del aserrín sobre la resistencia a la compresión, absorción, densidad y asentamiento del concreto para bloques en la construcción*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte, Trujillo]
- Sánchez, J.A. (2022). *Revisión Bibliográfica de Materiales Reciclables Para Construcción de Viviendas*. [Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad de Santander]. <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/c86353a9-c21d-4eb5-8007-cb96b4f45c93/content>
- SERFOR. (2022). *Anuario forestal y de fauna silvestre 2021*. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestres (SERFOR).
- Serret-Guasch, N., Giralt-Ortega, G. y Quintero-Ríos, M. (2016). Caracterización de aserrín de diferentes maderas. *Tecnología Química*, 36(3), [Versión On-line]. <https://afly.co/mk83>
- Servicio Nacional de Meteorológica e Hidrología, Senamhi. (2020, 11 de marzo). *Pronóstico del tiempo para CHOTA (Cajamarca)*. Ministerio del Ambiente. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle&dp=06&localidad=0033>
- Trejo J., Erazo O., Sosa, A., Fuemayor, C., y Puentes, Y. (2017). Los residuos industriales del aserrío de la madera como recurso energético para Venezuela. *Revista forestal Venezuela*, 61(1), 29-45. https://www.researchgate.net/profile/Jhonattan-Trejo/publication/332263970_LOS_RESIDUOS_INDUSTRIALES_DEL_ASERRIO_DE_LA_MADERA_COMO_RECURSO_ENERGETICO_PARA_VENEZUELA_ESTUDIO_DE_CASOS_The_industrial_residues_of_the_timber_sawing_as_energetic_resource_for_Venezuela_Study_of_cas/links/5caabd5192851c64bd57b496/LOS-RESIDUOS-INDUSTRIALES-DEL-ASERRIO-DE-LA-MADERA-COMO-RECURSO-ENERGETICO-PARA-VENEZUELA-ESTUDIO-DE-CASOS-The-industrial-residues-of-the-timber-sawing-as-energetic-resource-for-Venezuela-Study-of-cas.pdf
- Turpo, S. (2021). *Diseño de una máquina extrusora hidráulica semi automática para la fabricación de ladrillos pasteleros en la empresa ladrillos imperio Cusco - 2021*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico, Universidad Continental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11346>
- Ullah, E., Arsalan, R. y Latif, W. (2020). Spalling sensitivity and mechanical response of an ecofriendly sawdust high strength concrete at elevated temperaturas.

- Construction and Building Materials*, 258(1), 119-156.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119656>
- UNICON. (2020) Ladrillos de concreto. Disponible en:
<https://www.unicon.com.pe/prefabricados/ladrillos-konkreto/>
- Villela, J.M. (2015). *Factibilidad del uso de los residuos del aprovechamiento forestal para propósitos bioenergéticos en la región de El Salto, Durango*. [Maestría thesis, Universidad Autónoma de Nuevo León].
- Yacob, S., Ali, A. S., Au-Yong, C. P., Yacob, S., Ali, A. S., & Au-Yong, C. P. (2022). An Overview and Understanding the Building Deterioration. *Managing Building Deterioration: Prediction Model for Public Schools in Developing Countries*, 11-40. https://doi.org/10.1007/978-981-16-5860-0_2
- Zwicky, D. (2020). Mechanical properties of organic-based lightweight concretes and their impact on economic and ecological performances. *Construction and Building Materials*, 245(1), 113-118.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118413>

CAPÍTULO VIII. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Tesis: Incorporación de aserrín de pino en ladrillos de concreto para cobertura de techo, Chota, 2021

Autor : Hermes Rojas Tiravanti

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensión	Metodología
<p>¿Cómo influye la incorporación de aserrín de pino en ladrillos de concreto para coberturas de techo?</p>	<p>Objetivo General Evaluar la influencia técnica de la incorporación de aserrín de pino en ladrillos de concreto para cobertura de techo de acuerdo a la NTP 331.041 (INACAL, 2017), Chota.</p>	<p>H1: Al incorporar aserrín de pino se logra disminuir significativamente el peso de los ladrillos de concreto y mantener su resistencia para su uso como cobertura de techo en construcciones de la ciudad de Chota</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Aserrín de pino</p>	<p>Propiedades físicas</p> <hr/> <p>Propiedades geométricas</p> <p>Propiedades físicas</p> <p>Propiedades mecánicas</p> <p>Comparación técnica</p>	<p>Enfoque de investigación: Cuantitativo</p> <p>Tipo de investigación: Aplicado</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo</p>
	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar las propiedades físicas del aserrín de pino, para su uso como agregado fino.</p> <p>Analizar la variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia a la rotura de los ladrillos de concreto cemento – aserrín de pino hechos con proporciones 1:1, 1:2, 1:3 y 1:4 en volumen, para determinar la(s) dosificación(es) que cumpla(n) con la NTP 331.041 (INACAL, 2017).</p> <p>Comparar técnicamente las ventajas y limitaciones de los ladrillos pasteleros comerciales con los ladrillos de concreto, cemento – aserrín de pino, en Chota.</p>		<p>Variable dependiente</p> <p>Ladrillos de concreto para cobertura de techo</p>		<p>Diseño de investigación: Cuasi experimental de grupo único solo después</p> <p>Muestra: 100 ladrillos pasteleros de concreto de dimensiones 25 cm de lado y 3 cm de espesor para cobertura de techo, elaborados con cemento: aserrín de pino en dosificaciones 1:1, 1:2, 1:3 y 1:4, más una dosificación adecuada determinada a partir de las pruebas iniciales, en Chota.</p>

Anexo B. Panel fotográfico

Fotografía 1 Ensayo de humedad natural al aserrín



Fotografía 2 Colocación del aserrín al horno para su secado



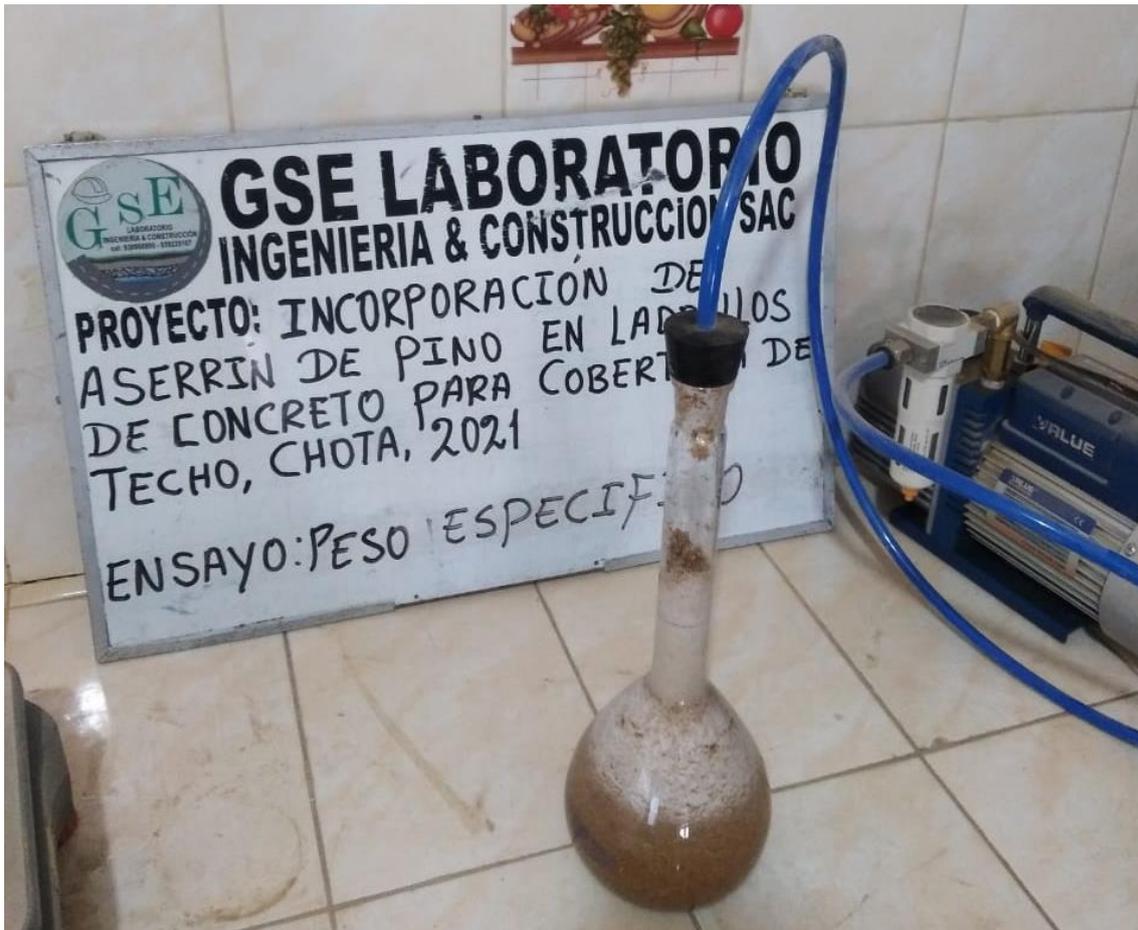
Fotografía 3 Ensayo de peso unitario suelto al aserrín



Fotografía 4 Ensayo de peso unitario compactado al aserrín



Fotografía 5 Ensayo de peso específico al aserrín



Fotografía 6 Análisis granulométrico del aserrín



Fotografía 7 Ensayo de asentamiento en la mezcla de concreto



Fotografía 8 Colocación de la mezcla en los moldes de ladrillos pasteleros



Fotografía 9 Producción de los ladrillos pasteleros



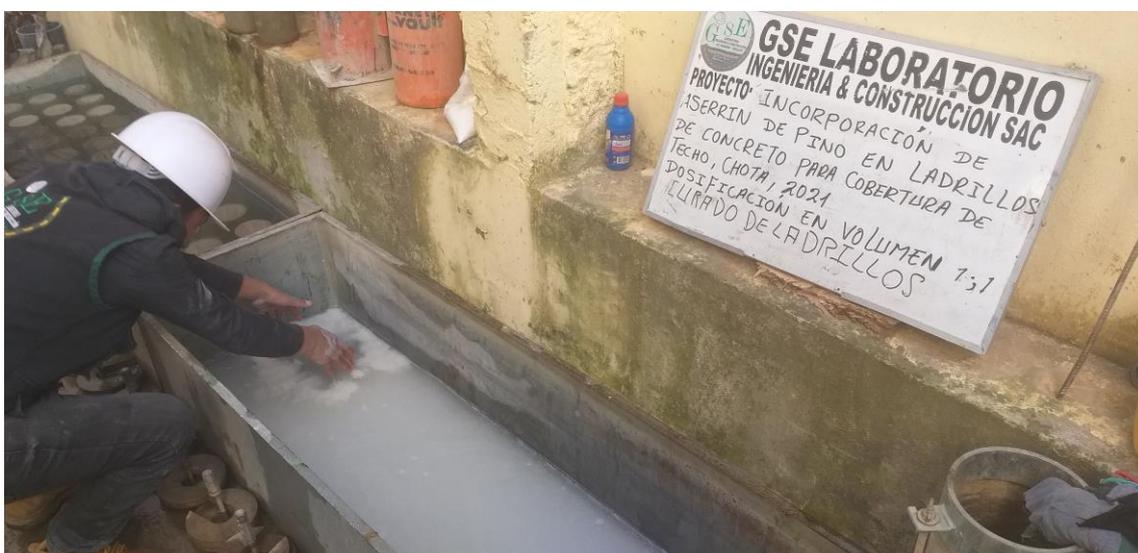
Fotografía 10 Fraguado de los ladrillos pasteleros



Fotografía 11 Colocación de los ladrillos pasteleros en el depósito para curado



Fotografía 12 Curado de los ladrillos pasteleros en agua con cal



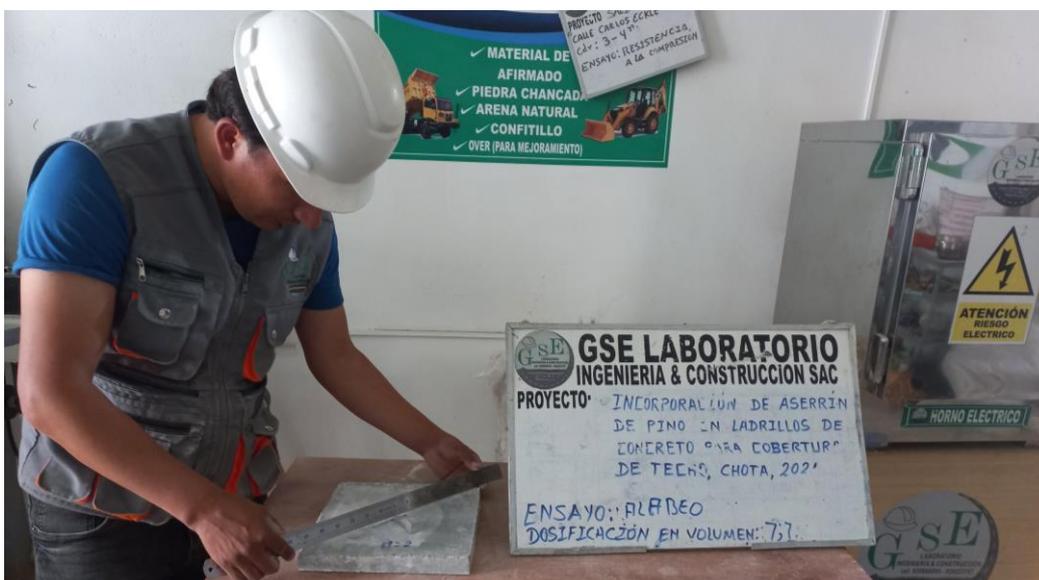
Fotografía 13 Variación dimensional de los ladrillos pasteleros



Fotografía 14 Medición de los ladrillos pasteleros



Fotografía 15 Alabeo de los ladrillos pasteleros



Fotografía 16 Medición del alabeo de los ladrillos pasteleros



Fotografía 17 Pesado de los ladrillos pasteleros



Fotografía 18 Colocación de los ladrillos pasteleros al horno para su secado



Fotografía 19 Ensayo de resistencia a la rotura en los paneles de concreto



Fotografía 20 Paneles de concreto luego del ensayo de resistencia a la rotura



Fotografía 21 Ensayo de resistencia a la rotura en los paneles de concreto



Fotografía 22 Paneles de concreto luego del ensayo de resistencia a la rotura



Fotografía 23 Paneles de concreto luego del ensayo de resistencia a la rotura



Anexo C. Tablas estadísticas

Tabla 51.

Criterios fijados para la valorización de los índices cualitativos del impacto ambiental para los residuos industriales.

Criterios	Descripción	Valorización
Carácter del impacto	Establece el efecto de los residuos industriales al medio ambiente	Beneficioso: positivo Perjudicial: negativo
Intensidad	Indica el efecto de los residuos industriales como consecuencia de su generación y disponibilidad	Índice entre 0 y 10. El valor mínimo es aplicable cuando el grado de alteración es insignificante, el valor máximo cuando el grado de alteración es extremo.
Extensión o influencia espacial	Expresa la superficie afectada por los residuos industriales y su alcance sobre el medio ambiente.	Generalizado: 10 Local: 5 Puntual: 2
Duración del cambio	Referido al periodo que persisten los cambios al medio ambiente.	Largo (mayor a 10 años): 10 Mediano (5 – 10 años): 5 Corto (1 – 5 años): 2
Reversibilidad	Capacidad de retomar una capacidad de equilibrio que posibilite mitigar la contaminación que provocan estos residuos industriales.	Irreversible: 10 Parcial: 5 Reversible: 2
Probabilidad (riesgo)	Incorpora la probabilidad de ocurrencia del efecto de los residuos industriales sobre el medio ambiente.	Alta (mayor a 50%): 5 Media (10-50%): 0,5 Baja (1-10%): 0.2
Magnitud	Es una medida que integra la intensidad, duración, e influencia espacial de los residuos industriales.	Calculada como función lineal
Valor del impacto ambiental	Índice calculado a partir de la magnitud, reversibilidad y probabilidad de ocurrencia del impacto ambiental.	1: bajo 2: medio 3: alto

Nota: (Martínez et al.; 2015).

Tabla 52*Producción de madera aserrada en el Perú en el 2021 en m³*

Departamento	Aserrada (m3)
Arequipa	46.90
Ayacucho	1,145.40
Cajamarca	63.64
Cusco	1,581.06
Huánuco	1,860.04
Junín	31,076.26
Loreto	125,027.60
Madre de Dios	216,447.04
Pasco	19,021.41
San Martín	20,778.31
Ucayali	207,756.79
Total	624,834.45

Nota: (SERFOR, 2022).

Anexo D. Fichas técnicas

Ficha técnica del ladrillo pastelero



FICHA TÉCNICA

Actualizado el 01 de enero del 2021

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO				
		LADRILLO PASTELERO		
USO:		Ladrillo para cobertura de techos.		
MATERIAS PRIMAS:		Unidad	Especificación de Producto	Requisitos Normados:
Mezcla de arcillas.				NTP 399.613 NTP 331.041 Esp. Int.
PROPIEDADES FÍSICAS:				
PESO: Mínimo - Máximo		Kg	2.150 - 2.300	-
DIMENSIONES	Largo	cm	24.0	± 5mm 24.5 Máx. 23.5 Mín.
	Ancho	cm	24.0	± 5mm 24.5 Máx. 23.5 Mín.
	Alto	cm	3.0	± 1mm 3.1 Máx. 2.9 Mín.
ABSORCIÓN DE AGUA		%	> 12	Min. 12
ÁREA DE VACÍOS		%	30.0 - 35.0	-
ALABEO		mm	< 6.0	Máx. 6.0
EFLORESCENCIA		-	No presenta	No presenta
RENDIMIENTO		Und/m ²	Mortero 10 mm	16.0
		Und/m ²	Mortero 15 mm	15.0
PROPIEDADES MECÁNICAS:				
RESISTENCIA A LA CARGA DE ROTURA POR UNIDAD DE ANCHO		Kg/cm	> 7.5	Min. 7.5

Nota:

Producto utilizado para los techos y azoteas absorbe el agua de gúirás, manteniendo un adecuado acondicionamiento térmico-ambiental, protegiendo a su vez a la losa de concreto contra cambios bruscos de temperatura.

CERAMICOS PERUANOS S.A.
Ing. JHONY PEREZ R.
PCP

CEPERSA
CERAMICOS PERUANOS S.A.

Oficina: República de Panamá 3563 5to. Piso - of. 501. Telf.: (0511) 422-2468 / fax: (0511) 440-2675

Planta: Panamericana Norte, Altura km 30.5 - Carabayllo, Telf.: (0511) 660-2808 / (511) 660-2805 Fax: (0511) 660-2805 anexo 22

www.ladillospiramide.com

Ficha técnica del cemento



DESCRIPCIÓN

Cemento Portland de uso general Tipo I. Gracias a su diseño de clínker, se logra una mejor resistencia a la compresión garantizando óptimos resultados en tu obra.

ATRIBUTOS

Altas resistencias a todas las edades

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

PRESENTACIONES



*En cumplimiento de la Norma Metroológica Peruana (NMP 002-2016)

RECOMENDACIONES DE USO



Utilizar agregados y materiales de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

DOSIFICACIONES RECOMENDADAS

- Las proporciones de los materiales están sujetas a la calidad de los agregados de la zona, y a la ejecución de un diseño de mezclas por un experto, pero es aceptado que con materiales aprobados para construcción se usen las siguientes proporciones.

Aplicación	Resistencia (F'c)	Cemento	Ancho (cm)	Piedra de tamaño máximo (mm)	Agua
Losas aligeradas, placas y otros	175	1	2	3	0.5 (*)
Vigas y columnas	210	1	2	3	0.5 (*)

(*) El agua debe ser la suficiente para lograr una consistencia trabajable (slump de 5 a 6 pulgadas), la mezcla no debe estar muy aguada, debe poder levantarse con un badilejo sin escurirse rápidamente.

- Para otro tipo de concreto se requiere un diseño de mezclas específico, si se usan aditivos el agua debe reducirse.
- Usar un único recipiente de medida.

RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO

- Los primeros cementos que entren, deben ser los primeros en salir.
- Las bolsas de cemento deben almacenarse a una distancia de 15 cms como mínimo de las paredes del almacén y 60 cms de otras pilas.
- Cubrir con una caps impermeable para evitar la humedad.
- Reducir tiempo de almacenamiento cuando las temperaturas sean menores a 10°C.
- Revisar la bolsa de cemento antes de usarla para verificar si es que tiene grumos. En caso tenga grumos, antes de su uso tamizar la bolsa.
- Colocar parihuelas de madera para evitar la humedad del suelo.
- Evitar la circulación del aire entre bolsas en el apilado.





¿QUÉ ES EL ECOSACO?

Bolsa que se disgrega con la acción de la piedra en mezclas de concreto.

BENEFICIOS DE USAR ECOSACO

- El Ecosaco reducirá el riesgo de exposición al polvo del cemento al maestro ya que va directamente al trompo sin necesidad de abrir la bolsa cuando se ejecutan las mezclas de concreto.
- El Ecosaco genera cero desperdicios, con la acción de la piedra el empaque se disgrega en la mezcla de concreto.
- El Ecosaco mejora la productividad, ahorra en el tiempo de limpieza en obra y gestión de desechos de construcción.

CÓMO USAR EL ECOSACO EN 5 MINUTOS



ADREDA la mitad de la proporción de agua (A) y luego introduce el Ecosaco (se abre) directo a un trompo de al menos 340 litros.



AÑADE el total de los áridos: piedra (B) y arena (C) en el trompo, según el diseño de concreto.



AJUSTA la mezcla añadiendo el resto de la proporción de agua y asegura que toda la bolsa esté incorporada en la mezcla para lograr una correcta integración.



MEZCLA hasta tener un resultado homogéneo y con la fluides buscada.

ESCALA DE EMISIONES DE CARBONO

	Factor Clinker	Emisiones
Bajo	hasta 70%	500 a 700 Kg CO2 eq
Medio	71% a 85%	701 a 800 Kg CO2 eq
Alto	86% a 100%	801 Kg CO2 eq a más

*Tipo I se encuentra en el rango alto en emisiones de carbono según el informe de auditoría realizado por Ecoamet 2022.

*Los resultados presentados corresponden por tonelada (TN) de cemento.

CERTIFICACIÓN EN CUMPLIMIENTO DEL DECRETO SUPREMO N° 001-2022-PRODUCE

Certificación que valida el cumplimiento del Reglamento Técnico sobre Cemento Hidráulico utilizado en Edificaciones y Construcciones en General

Empresa Certificadora:
ICONTEC, Organismo de certificación internacional reconocido por el IAF (Foro Internacional de Acreditación) con alta experiencia certificando productos y servicios en el mundo.



ISO 9001
 AENOR C-100
 Criterios Product



ISO 9001:2015 PRODUCCIÓN
 Criterios Productivos
 Alineado en Edilificación y Construcción en General

Cementos Pacasmayo optó por el modelo de certificación más alto y riguroso obteniendo la máxima certificación: Esquema Tipo 5.

1 2 3 4 5

*Tipos de esquema de certificación

Esquema Tipo 5: Certifica el proceso productivo y la comercialización, verificación del sistema de gestión de calidad en el comercializador, verificación del control de la producción en planta y verificación del sistema de gestión de calidad en planta.

CERTIFICACIONES DE LA COMPAÑÍA



También miembros de **GBC CH**



Cemento Tipo I

Cemento Portland de uso general Tipo I

Requisitos normalizados - NTP 334.009 / ASTM C150

REQUISITOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	1.7
SO ₃	Máximo	3.00	%	NTP 334.086	2.82
Alcalis equivalente	-	-	%	NTP 334.086	0.8
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	2.8
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	0.6

REQUISITOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Finura					
Superficie específica	Mínimo	2,600	cm ² /g	NTP 334.002	4100
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.08
Contenido de aire	Máximo	12	%	NTP 334.048	7
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	27.6 (4000)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	33.3 (4830)
28 días**	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	40.5 (5870)
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	148
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	274
Expansión en barra de mortero curada en agua a 14 días	Máximo	0.020	%	NTP 334.093	0.008

*Valores promedios referenciales de lotes despachados / **Requisito opcional.

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos físicos y químicos de la NTP 334.009 / ASTM C150

Pacasmayo

Para más información ingresa a:
www.cementospacasmayo.com.pe
 O escanea el código QR:





Esquema de certificación 5

Otorga el certificado de conformidad de producto ICONTEC (Esquema de certificación 5 según ISO/IEC 17067) para:
It grants the certificate of conformity product ICONTEC (Certification Scheme 5 according ISO/IEC 17067) for:

CEMENTO PORTLAND

Fabricado por **CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.** en la Panamericana Norte Km 666 Pacasmayo, La Libertad, Perú
Manufactured by **CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.** in the Panamericana Norte Km 666 Pacasmayo, La Libertad, Perú

El derecho del uso del certificado de conformidad de producto se otorga con el referencial:
The right to use the certificate of conformity of product is granted with the Audit Criteria:

NTP 334.009:2022

Cementos Portland

Portland cement

SECTOR ICS 91.100.10

Este certificado de conformidad de producto está sujeto a que la empresa y el producto cumplan permanentemente con los requisitos establecidos en el referencial y en el documento "R-PS-019 Reglamento para la certificación de producto tangible", lo cual será verificado por ICONTEC

This certificate of conformity of product is subject to the company's and product's permanent fulfillment of the requirements set forth in the audit criteria and the "R-PS-019 Reglamento para la Certificación de producto tangible" document, which will be verified by ICONTEC.

Las referencias autorizadas para ostentar el certificado de conformidad de producto se incluyen en documento anexo que es parte integral del presente certificado

The references authorized to hold the certificate of conformity of product are included in annexed document and it is integral part of this certificate

Certificado: CSC - CER1016270

Certificate

Fecha de Aprobación: 2023-08-18

Approval Date:

Fecha de Renovación:

Renewal Date:

Fecha Última Modificación:

Last Modification Date:

Fecha de Vencimiento: 2029-08-17

Expiration Date:

La autenticidad del certificado y su alcance se puede consultar al correo electrónico: cliente@icontec.org

Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo

ICONTEC es un organismo de Certificación acreditado por:
ICONTEC is a certification body accredited by:



Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado.
ICONTEC carrera 37 #10-52 - 44 Bogotá D.C., Colombia

F-PS-028
Versión 00



Esquema de certificación 5

Otorga el certificado de conformidad de producto ICONTEC (Esquema de certificación 5 según ISO/IEC 17067) para:
It grants the certificate of conformity product ICONTEC (Certification Scheme 5 according ISO/IEC 17067) for:

CEMENTO PORTLAND

Fabricado por **CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.** en la Panamericana Norte Km 666 Pacasmayo, La Libertad, Perú

Manufactured by **CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.** in the Panamericana Norte Km 666 Pacasmayo, La Libertad, Perú

El derecho del uso del certificado de conformidad de producto se otorga con el referencial:

The right to use the certificate of conformity of product is granted with the Audit Criteria:

ASTM C150/C150M-20: 2020

Cementos Portland

Portland cement

SECTOR ICS 91.100.10

Este certificado de conformidad de producto está sujeto a que la empresa y el producto cumplan permanentemente con los requisitos establecidos en el referencial y en el documento "R-PS-019 Reglamento para la certificación de producto tangible", lo cual será verificado por ICONTEC.

This certificate of conformity of product is subject to the company's and product's permanent fulfillment of the requirements set forth in the audit criteria and the "R-PS-019 Reglamento para la Certificación de producto tangible" document, which will be verified by ICONTEC.

Las referencias autorizadas para ostentar el certificado de conformidad de producto se incluyen en documento anexo que es parte integral del presente certificado.

The references authorized to hold the certificate of conformity of product are included in annexed document and it is integral part of this certificate.

Certificado: CSC - CER1016284

Certificate

Fecha de Aprobación: 2023-08-18

Approval Date:

Fecha de Renovación:

Renewal Date:

Fecha Última Modificación:

Last Modification Date:

Fecha de Vencimiento: 2029-08-17

Expiration Date:

La autenticidad del certificado y su alcance se puede consultar al correo electrónico: cliente@icontec.org

Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo

ICONTEC es un organismo de Certificación acreditado por:
ICONTEC is a certification body accredited by:



Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado.
This certificate is the property of ICONTEC and must be returned when requested.
ICONTEC, carrera 31 nro. 52 - 95, Bogotá D.C., Colombia

F-PS-628
Versión 03

Anexo E. Análisis de costos económicos

Análisis de costos unitarios

Para determinar el costo de la elaboración de 1 ladrillo primero se tiene que estimar el costo del aserrín obtenido simplemente por traslado y tamizado

1) Estimación del precio del aserrín

Rendimiento	m3/día	75.00	EQ 75.00		
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	1.000	0.107	20.190	2.154
Peón	hh	1.000	0.107	14.910	1.590
					3.744
Materiales					
Aserrín	m3		1.000	5.000	5.000
					5.000
Equipos					
Herramientas manuales	% mo		3.000	3.744	0.112
Transporte de material volquete 10 m3 (hm	2.000	0.213	75.000	16.000
					16.112
Costo unitario directo:					19.86

El costo de 1 m3 de aserrín puesto en obra es de 19.86 soles

2) Estimación del costo de producción del ladrillo

La proporción de materiales para 1 ladrillo pastelero:

Dosificación	Cemento (kg)	Aserrín (m3)	Agua (m3)
D 1:1	5.90625	0.00188	0.0009
D 1:2	2.953125	0.00188	0.0005
D 1:3	1.96875	0.00188	0.0003
D 1:3.5	1.6875	0.00188	0.0003
D 1:4	1.4765625	0.00188	0.0002

2.1. Unidades de albañilería con dosificación 1:1

Rendimiento	m3/día	1000.00	EQ 1000.00		
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	1.000	0.008	20.190	0.162
Peón	hh	1.000	0.008	14.910	0.119
					0.281
Materiales					
Gasolina 84	gal		0.001	15.200	0.008
Aserrín	m3		0.002	19.856	0.037
Cemento Portland Tipo I	bol		0.139	24.500	3.405
Agua	m3		0.001	5.000	0.005
					3.454
Equipos					
Herramientas manuales	% mo		3.000	0.281	0.008
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	hm	0.500	0.004	15.000	0.060
Mezcladora de trompo 9P3 (8 HP)	hm	0.500	0.004	35.000	0.140
					0.208
Costo unitario directo:					3.944

2.2. Unidades de albañilería con dosificación 1:2

Rendimiento	m3/día	1000.00	EQ 1000.00		
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	1.000	0.008	20.190	0.162
Peón	hh	1.000	0.008	14.910	0.119
					0.281
Materiales					
Gasolina 84	gal		0.001	15.200	0.008
Aserrín	m3		0.002	19.856	0.037
Cemento Portland Tipo I	bol		0.069	24.500	1.702
Agua	m3		0.0005	5.000	0.002
					1.750
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.000	0.281	0.008
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	hm	0.500	0.004	15.000	0.060
Mezcladora de trompo 9P3 (8 HP)	hm	0.500	0.004	35.000	0.140
					0.208
				Costo unitario directo:	2.239

2.3. Unidades de albañilería con dosificación 1:3

Rendimiento	m3/día	1000.00	EQ 1000.00		
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	1.000	0.008	20.190	0.162
Peón	hh	1.000	0.008	14.910	0.119
					0.281
Materiales					
Gasolina 84	gal		0.001	15.200	0.008
Aserrín	m3		0.002	19.856	0.037
Cemento Portland Tipo I	bol		0.046	24.500	1.135
Agua	m3		0.0003	5.000	0.002
					1.181
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.000	0.281	0.008
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	hm	0.500	0.004	15.000	0.060
Mezcladora de trompo 9P3 (8 HP)	hm	0.500	0.004	35.000	0.140
					0.208
				Costo unitario directo:	1.671

2.4. Unidades de albañilería de cemento: arena dosificación 1:3.5

Rendimiento	m3/día	1000.00	EQ 1000.00		
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	1.000	0.008	20.190	0.162
Peón	hh	1.000	0.008	14.910	0.119
					0.281
Materiales					
Gasolina 84	gal		0.001	15.200	0.008
Aserrín	m3		0.002	19.856	0.037
Cemento Portland Tipo I	bol		0.040	24.500	0.973
Agua	m3		0.0003	5.000	0.001
					1.019
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.000	0.281	0.008
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	hm	0.500	0.004	15.000	0.060
Mezcladora de trompo 9P3 (8 HP)	hm	0.500	0.004	35.000	0.140
					0.208
				Costo unitario directo:	1.508

2.5. Unidades de albañilería de cemento: arena dosificación 1:4

Rendimiento	m3/día	1000.00	EQ 1000.00		
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	1.000	0.008	20.190	0.162
Peón	hh	1.000	0.008	14.910	0.119
					0.281
Materiales					
Gasolina 84	gal		0.001	15.200	0.008
Aserrín	m3		0.002	19.856	0.037
Cemento Portland Tipo I	bol		0.035	24.500	0.851
Agua	m3		0.0002	5.000	0.001
					0.897
Equipos					
Herramientas manuales	% mo		3.000	0.281	0.008
Vibrador de concreto 4HP 1.25"	hm	0.500	0.004	15.000	0.060
Mezcladora de trompo 9P3 (8 HP)	hm	0.500	0.004	35.000	0.140
					0.208
				Costo unitario directo:	1.386

2) Comparación del costo de producción de unidades de albañilería

Dosificación	Costo (Soles)	% respecto al costo ladrillo convencional	Ahorro o pérdida en %
Ladrillo convencional	1.6	100%	0.000
1:1	3.94	246%	-2.344
1:2	2.24	140%	-0.639
1:3	1.67	104%	-0.071
1:3.5	1.51	94%	0.092
1:4	1.39	87%	0.214

Anexo F. Análisis estático y dinámico de la edificación

ANALISIS ESTATICO

I) ANALISIS ESTATICO

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00
 Ctx= Edificios de albañilería
 Cty= Edificios de albañilería

Periodo Fundamental de Vibración

Hn= **6.6**
 Ctx= **45**
 Cty= **60**

Tx= **0.15 seg**
 Ty= **0.11 seg**

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parámetros sísmicos

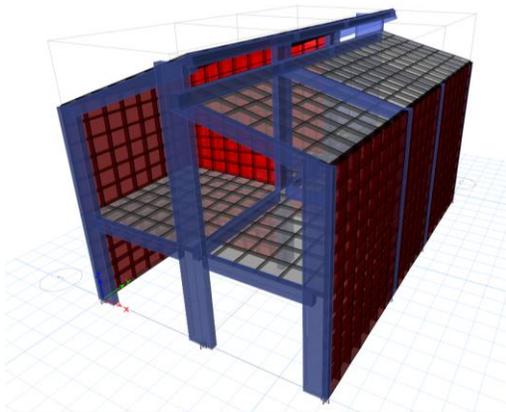


Tabla N° 1
FACTORES DE ZONA "Z"

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Z= **0.25**
 U= **1.00**
 S= **1.20**
 C=
 R=



	TP	T	TL
S2	0.6		2

Coeficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura
 Factor de Irregularidad en planta
 Rx= **3.00**
 Ry= **7.00**

la= **1.00**
 lp= **1.00**
 Dual
 Muros de albañilería

Càlculo de amplificaci3n sismica "C"

Factor de Amplificaci3n Sismica (C)

$$T < T_P$$

$$C = 2,5$$

$$T_x = 0.15$$

$$T_y = 0.11$$

$$T_P = 0.60$$

$$C_x = 2.5$$

$$C_y = 2.5$$

Coef. Cortante

EN ETABS

$$V_x = ZUSC_x/R = 0.2500$$

$$V_y = ZUSC_y/R = 0.1071$$

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X $C/R \geq 0.11$ **0.83333** **OK**

en el eje Y $C/R \geq 0.11$ **0.35714** **OK**

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Masa y pso de la estructura

N ^a	Masa (Kgf-s2/m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
2	3812.78	3812.78	37403.37	37403.37
1	6270.61	6270.61	61514.68	61514.68

Peso en X= **98918.06**

Peso en y= **98918.06**

La fuerza cortante en X : $V_x =$

24729.51

24.73ton

La fuerza cortante en Y : $V_y =$

10598.36

10.60ton

ANALISIS DINAMICO

II) Analisis modal espectral - Analisis dinamico

Aceleración espectral



Factor de amplificación (Cortante dinamica)

NTE 030

$$V_{din} \geq 80\% V_{est} \text{ ----> REGULAR}$$

$$V_{din} \geq 90\% V_{est} \text{ ----> IRREGULAR}$$

EN X-X

	Load Case/Combo	FX
Vest=	SeX	24.73
Vdin=	SdX Max	8.09

$$V_{din} \geq 80\% V_{est}$$

33%

REG
80%

Se observa que la cortante dinamica en "X" es el :

33%

entonces incrementar cortante

EN Y-Y

	Load Case/Combo	FY
Vest=	SeY	10.60
Vdin=	SdY Max	9.06

$$V_{din} \geq 80\% V_{est}$$

85%

REG
80%

Se observa que la cortante dinamica en "Y" es el :

85%

Es necesario lograr que la fuerza cortante obtenida mediante el metodo dinamico se igual a por lo menos el 80% de la fuerza cortante obtenida mediante el metodo estatico descrito por la norma de diseño sismo resistente.

Amplificar :

se amplifica al sismo por un nuevo factor de escala

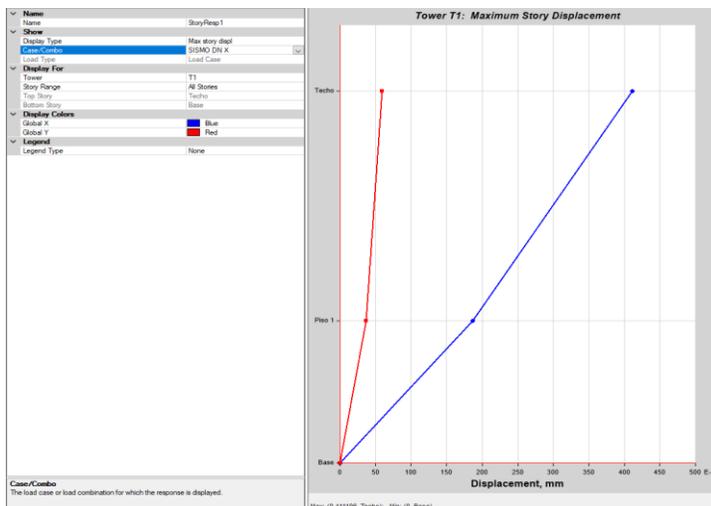
FaX	2.45
FaY	



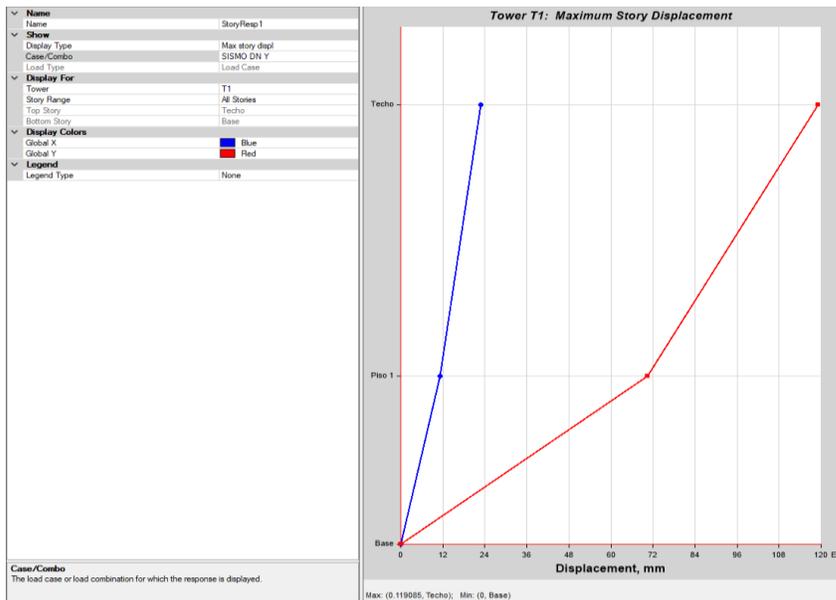
este nuevo factor F.E. no afecta a los desplazamientos, solo al diseño.

Desplazamientos absolutos y relativos (Derivas)

Desplazamiento absoluto de la estructura por carga Sismica en dirección X = 0.411 mm.

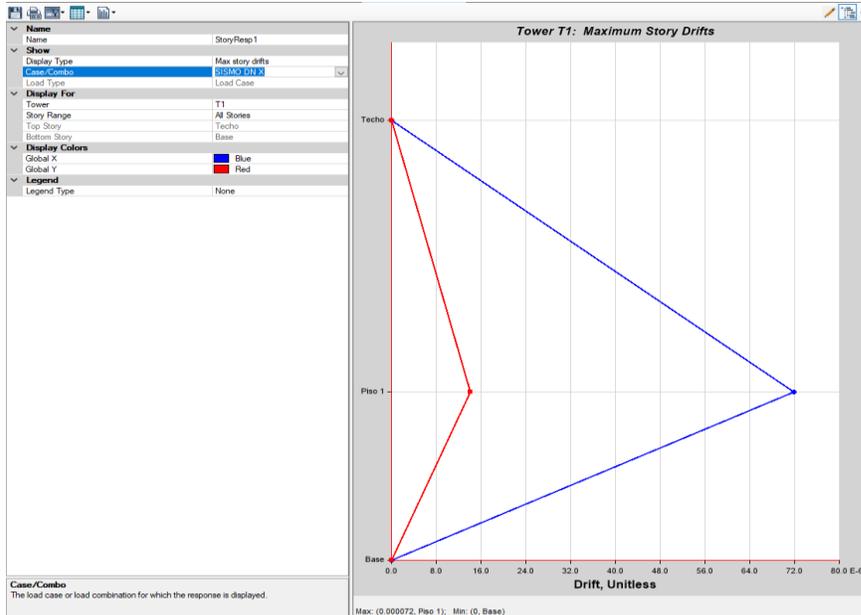


Desplazamiento absoluto de la estructura por carga Sismica en direcci3n Y = 0.11 mm.



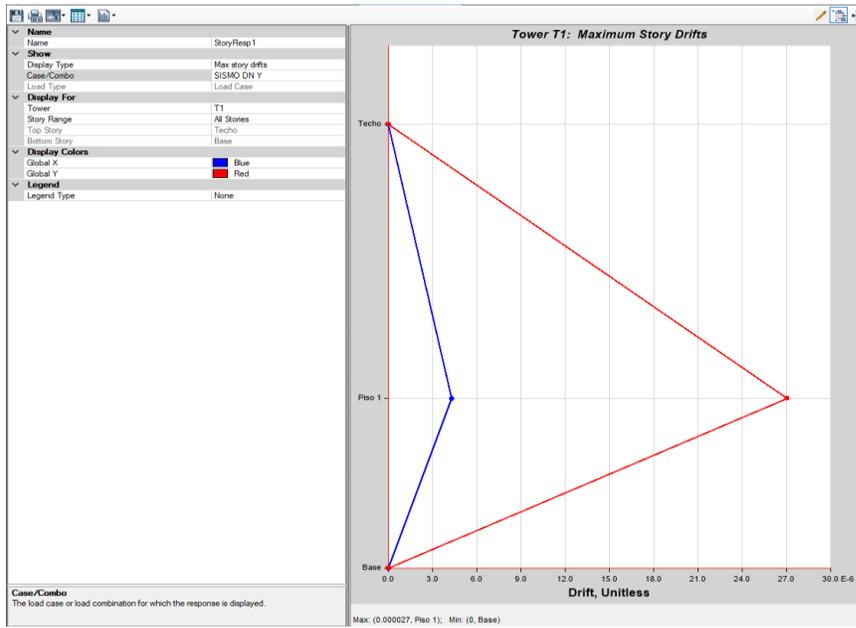
Desplazamiento relativos en direcci3n "X".

Deriva maximas por piso					
Pisos	Caso de carga	Direcci3n	Deriva	Rx= 7	
				Deriva *0.75*R	< 0.007
Piso 2	SIS Dinam.	X	0	0.00000	Si
Piso 1	SIS Dinam.	X	0.00007	0.000378	Si



Desplazamiento relativos en direcci3n "Y".

Deriva maximas por piso					
Pisos	Caso de carga	Direcci3n	Deriva	Ry= 3	
				Deriva *0.75*R	< 0.005
Piso 2	SIS Dinam.	Y	0	0.0000	Si
Piso 1	SIS Dinam.	Y	0.00003	0.0001	Si



$$\Delta_{inel} = 0.75 R \Delta_{elast} \text{ -----REGULAR}$$

$$\Delta_{inel} = 0.85 R \Delta_{elast} \text{ -----IRREGULAR}$$

Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
		sec												
Modal	1	0.093	0.7492	0.0000	0.0000	0.7492	0.0000	0.0000	0.0000	0.2597	0.0632	1.552E-05	0.2597	0.0632
Modal	2	0.059	0.0004	0.8380	0.0000	0.7496	0.8380	0.0000	0.1616	0.0021	0.0142	0.1616	0.2618	0.0774
Modal	3	0.055	0.0320	0.0196	0.0000	0.7816	0.8576	0.0000	0.0056	0.0414	0.7262	0.1673	0.3033	0.8036
Modal	4	0.042	0.0005	0.0009	0.0000	0.7821	0.8585	0.0000	0.0000	0.0018	0.0000	0.1673	0.3051	0.8036
Modal	5	0.041	0.0086	0.0325	0.0000	0.7907	0.8910	0.0000	0.0001	0.0373	0.0063	0.1674	0.3423	0.8099
Modal	6	0.039	0.1106	0.0089	0.0000	0.9013	0.9000	0.0000	0.0022	0.3722	0.0017	0.1696	0.7146	0.8117
Modal	7	0.036	0.0017	0.0000	0.0000	0.9030	0.9000	0.0000	0.0000	0.0031	0.0000	0.1696	0.7177	0.8117
Modal	8	0.036	0.0001	0.0002	0.0000	0.9031	0.9002	0.0000	0.0000	0.0009	0.0006	0.1697	0.7185	0.8122
Modal	9	0.035	0.0005	0.0001	0.0000	0.9036	0.9003	0.0000	0.0003	0.0089	0.0052	0.1699	0.7275	0.8174
Modal	10	0.035	0.0054	0.0006	0.0000	0.9090	0.9009	0.0000	0.0013	0.0077	0.0031	0.1713	0.7352	0.8205
Modal	11	0.035	0.0087	0.0000	0.0000	0.9178	0.9009	0.0000	0.0000	0.0115	0.0031	0.1713	0.7466	0.8236
Modal	12	0.032	0.0040	0.0004	0.0000	0.9218	0.9013	0.0000	0.0023	0.0205	0.0115	0.1735	0.7671	0.8351

ESPECTRO DE SISMO SEGÚN NORMA E-030 2018

Z=	0.25
U=	1.00
C=	
S=	1.20
R=	3

	TP	T	TL
S1	0.6		2

SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₁	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₂	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$



T _x	C _x	S _{aX}
0.1	2.500	0.2500
0.2	2.500	0.2500
0.3	2.500	0.2500
0.4	2.500	0.2500
0.5	2.500	0.2500
0.6	2.500	0.2500
0.7	2.143	0.2143
0.8	1.875	0.1875
0.9	1.667	0.1667
1	1.500	0.1500
1.1	1.364	0.1364
1.2	1.250	0.1250
1.3	1.154	0.1154
1.4	1.071	0.1071
1.5	1.000	0.1000
1.6	0.938	0.0938
1.7	0.882	0.0882
1.8	0.833	0.0833
1.9	0.789	0.0789
2	0.750	0.0750
2.1	0.680	0.0680
2.2	0.620	0.0620
2.3	0.567	0.0567
2.4	0.521	0.0521
2.5	0.480	0.0480
2.6	0.444	0.0444
2.7	0.412	0.0412
2.8	0.383	0.0383
2.9	0.357	0.0357
3	0.333	0.0333
3.1	0.312	0.0312
3.2	0.293	0.0293
3.3	0.275	0.0275

Donde: $S_a = \frac{ZUCS}{R}$



S_{max}= 0.2500

Anexo G. Resultado de ensayos de laboratorio



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION”
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS FISICOS Y MECANICOS DE ASERRIN DE PINO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 207970

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME DE MATERIALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

HUMEDAD NATURAL DE LOS AGREGADOS (ASTM D 2216, MTC E 108-2000)

TESIS : "INCORPORACION DE ASERRIN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021

Solicitante: HERMES ROJAS TIRAVANTI

Realizado Por : R.C.R

Ing. Responsable : G.R.R

Muestra : M-1

Fecha : 14-10-22

Ubicación del Proyecto CHOTA

DATOS DE LA MUESTRA

Material : ASERRIN DE PINO

Uso: Agregado para concreto

Ubicación de la Muestra: CHOTA

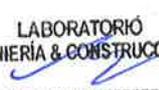
Tamaño Máximo: 3/4"

HUMEDAD NATURAL AGREGADO FINO

TARRO				PROMEDIO
TARRO + SUELO HUMEDO	900.00			
TARRO + SUELO SECO	776.00			
AGUA	124.00			
PESO DEL TARRO	0.00			
PESO DEL SUELO SECO	776.00			
CONTENIDO DE HUMEDAD	15.98			15.98

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	GERENTE	CQC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIH N° 267870

	INFORME	Código	AE-FO-67
	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto

"INCORPORACION DE ASERRIN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021

Solicitante

HERMES ROJAS TIRAVANTI

Muestreado por : SOLICITANTE

Atención

: HERMES ROJAS TIRAVANTI

Ensayado por : R.C.R

Ubicación del Proyecto

CHOTA

Fecha de Ensayo: 14/10/2022

Material

: ASERRIN DE PINO

Turno: Diurno

Tamaño Máximo:

3/4"

N° de Muestra

Progresiva

	IDENTIFICACIÓN	1		
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	60.0		
B	Peso Frasco + agua	1270.0		
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	1293.0		
D	Peso del Mat. Seco	55.0		
	Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = $D/(B+A-C)$	1.486		1.486
	Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = $A/(B+A-C)$	1.622		1.622
	Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = $D/(B+D-C)$	2.600		2.600
	% Absorción = $100*((A-D)/D)$	9.1		9.1

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	CQC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. C/P N° 257870



INFORME		Código	AE-FO-63
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136		Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto

"INCORPORACION DE ASERRIN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021

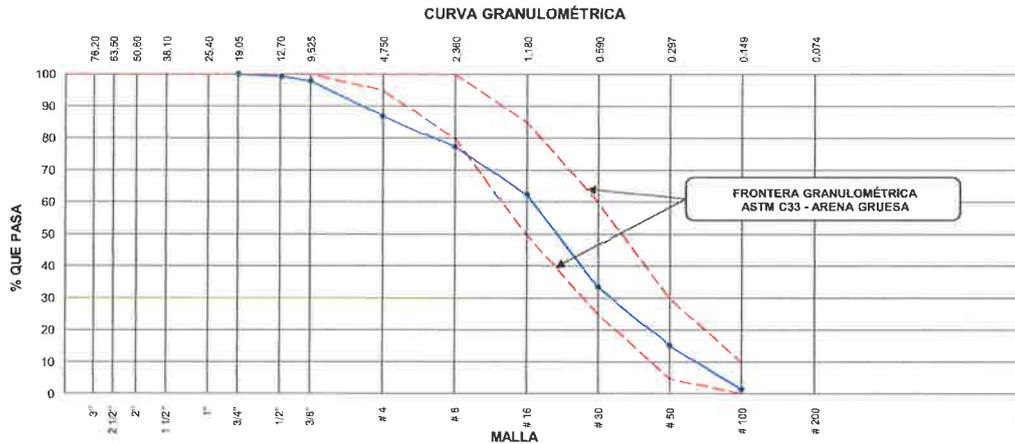
Solicitante: HERMES ROJAS TIRAVANTI
 Atención: HERMES ROJAS TIRAVANTI
 Ubicación de Proyecto: CHOTA

Muestreado por: SOLICITANTE
 Ensayado por: R.C.R
 Fecha de Ensayo: 14/10/2022
 Turno: Diurno

Tamaño Máximo: 3/4"

N° de Muestra: ---
 Progresiva: ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm				100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
3"	75.00 mm				100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
2"	50.00 mm				100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00
1"	25.00 mm				100.00	100.00
3/4"	19.00 mm			100.00	100.00	100.00
1/2"	12.50 mm	5.0	0.72	99.28	100.00	100.00
3/8"	9.50 mm	10.0	1.43	97.85	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	76.0	10.89	86.96	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	67.0	9.60	22.64	77.36	100.00
# 16	1.18 mm	104.0	14.90	37.54	62.46	85.00
# 30	600 µm	203.0	29.08	66.62	33.38	25.00
# 50	300 µm	127.0	18.19	84.81	15.19	5.00
# 100	150 µm	96.0	13.75	98.57	1.43	0.00
Fondo		10.0	1.43	100.00	0.00	0.00
					MF	3.25
					TMN	---



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	CQC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: (Blank)	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 267970



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS
(MTC E203)**

Obra : "INCORPORACION DE ASERRIN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021

Solicitante: HERMES ROJAS TIRAVANTI

Realizado Por : R.C.R

Ing. Responsable : G.R.R

Muestra: M-1

Fecha : 14-10-22

Ubicación del Proyecto : CHOTA

DATOS DE LA MUESTRA

Material: ASERRIN DE PINO

Uso: Agregado para concreto

Ubicación de la Muestra : CHOTA

Tamaño Máximo: 3/4"

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	2948	2963	2954
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	410	425	416
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	144	149	146
PROMEDIO		147 Kg/M³		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	3145	3153	3156
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	607	615	618
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	213	216	217
PROMEDIO		216 Kg/M³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	GERENTE	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
 <p>LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</p>		 <p>LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267970</p>



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION"
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE DIMENSIONES

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267870

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

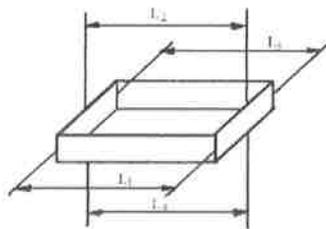
	INFORME	Código	AE-FO-182
	MÉTODO DE PRUEBA DIMENSIONES DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA SEGUN NTP 331.041 LADRILLOS DE CONCRETO.	Versión	01
		Página	1 de 1

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021"		
SOLICITANTE	: HERMES ROJAS TIRAVANTI	REALIZADO POR:	H.R.T
ATENCION	: HERMES ROJAS TIRAVANTI	REVISADO POR:	G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO	: CHOTA	FECHA DE ENSAYO:	30/12/2022
MATERIAL	: INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 2 DE ASERRIN		
Tipo de muestra	: LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO		

DIMENSIONES SEGÚN NTP 331.041 LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO.

IDENTIFICACIÓN	ESP.	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Parametros
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 2 DE ASERRIN	M-01	25.2	25.1	3.00	Largo
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 2 DE ASERRIN	M-02	25.3	25.3	3.00	± 5mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 2 DE ASERRIN	M-03	25.1	25.2	3.00	Ancho
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 2 DE ASERRIN	M-04	25.2	25.1	2.90	± 5mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 2 DE ASERRIN	M-05	25.2	25.4	3.00	Alto
					± 1mm

MEDICION DE LAS DIMENSIONES



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
- * Los insumos fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de GSE
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma: Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870

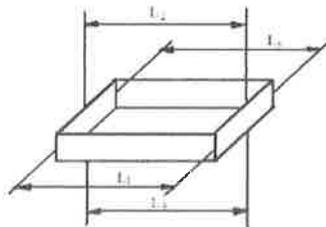
	INFORME	Código	AE-PO-182
	MÉTODO DE PRUEBA DIMENSIONES DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA SEGUN NTP 331.041 LADRILLOS DE CONCRETO.	Versión	01
		Página	1 de 1

TESIS	:"INCORPORACIÓN DE ASERRIN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021"		
SOLICITANTE	HERMES ROJAS TIRAVANTI	REALIZADO POR:	H.R.T
ATENCION	HERMES ROJAS TIRAVANTI	REVISADO POR:	G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO	CHOTA	FECHA DE ENSAYO:	30/12/2022
MATERIAL	INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 3 DE ASERRIN		
Tipo de muestra	LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO		

DIMENSIONES SEGÚN NTP 331.041 LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO.

IDENTIFICACIÓN	ESP.	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Parametros
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 3 DE ASERRIN	M-01	25.3	25	3.00	Largo
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 3 DE ASERRIN	M-02	25.1	25.1	3.00	± 5mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 3 DE ASERRIN	M-03	25.2	25.2	2.95	Ancho
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 3 DE ASERRIN	M-04	25.0	25.3	2.98	± 5mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 3 DE ASERRIN	M-05	25.2	25.1	3.00	Alto
					± 1mm

MEDICION DE LAS DIMENSIONES



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
- * Los insumos fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de GSE
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:   LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:   LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 207870

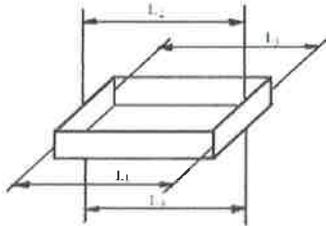
	INFORME	Código	AE-FO-182
	MÉTODO DE PRUEBA DIMENSIONES DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA SEGUN NTP 331.041 LADRILLOS DE CONCRETO.	Versión	01
		Página	1 de 1

TESIS : "INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021"
SOLICITANTE : HERMES ROJAS TIRAVANTI **REALIZADO POR:** H.R.T
ATENCIÓN : HERMES ROJAS TIRAVANTI **REVISADO POR:** G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO : CHOTA **FECHA DE ENSAYO:** 30/12/2022
MATERIAL : INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 3.5 DE ASERRIN
Tipo de muestra : LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO

DIMENSIONES SEGÚN NTP 331.041 LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO.

IDENTIFICACIÓN	ESP.	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Parametros
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 3.5 DE ASERRIN	M-01	25.2	25.2	3.05	Largo
					± 5mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 3.5 DE ASERRIN	M-02	25.0	25.1	3.00	Ancho
					± 5mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 3.5 DE ASERRIN	M-03	24.9	25	2.98	Alto
					± 1mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 3.5 DE ASERRIN	M-04	25.3	25	3.00	Alto
					± 1mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 3.5 DE ASERRIN	M-05	25.0	25.0	2.99	± 1mm

MEDICION DE LAS DIMENSIONES



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
- * Los insumos fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de GSE
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 297876

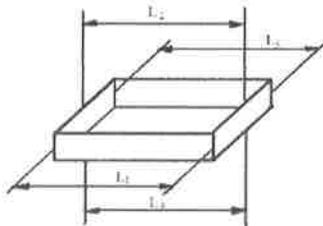
	INFORME	Código	AE-FO-182
	MÉTODO DE PRUEBA DIMENSIONES DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA SEGUN NTP 331.041 LADRILLOS DE CONCRETO.	Versión	01
		Página	1 de 1

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021"		
SOLICITANTE	: HERMES ROJAS TIRAVANTI	REALIZADO POR:	H.R.T
ATENCION	: HERMES ROJAS TIRAVANTI	REVISADO POR:	G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO	: CHOTA	FECHA DE ENSAYO:	30/12/2022
MATERIAL	: INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 4 DE ASERRIN		
Tipo de muestra	: LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO		

DIMENSIONES SEGÚN NTP 331.041 LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO.

IDENTIFICACIÓN	ESP.	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Parametros
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 4 DE ASERRIN	M-01	25.0	25	3.00	Largo
					± 5mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 4 DE ASERRIN	M-02	25.1	25.1	2.95	Ancho
					± 5mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 4 DE ASERRIN	M-03	25.0	24.9	2.98	Alto
					± 1mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 4 DE ASERRIN	M-04	24.9	25	3.00	Alto
					± 1mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 4 DE ASERRIN	M-05	25.0	24.5	3.05	± 1mm

MEDICION DE LAS DIMENSIONES



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
- * Los insumos fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de GSE
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  Geramias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870

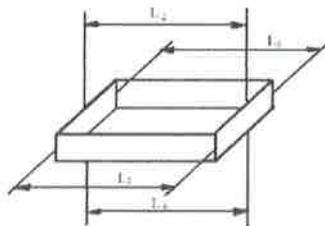
	INFORME	Código	AE-FO-182
	MÉTODO DE PRUEBA DIMENSIONES DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA SEGUN NTP 331.041 LADRILLOS DE CONCRETO.	Veración	01
		Página	1 de 1

TESIS : "INCORPORACIÓN DE ASERRIN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021" SOLICITANTE : HERMES ROJAS TIRAVANTI ATENCION : HERMES ROJAS TIRAVANTI UBICACIÓN DE PROYECTO : CHOTA MATERIAL : INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 1 DE ASERRIN Tipo de muestra : LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO	REALIZADO POR: H.R.T REVISADO POR: G.R.R FECHA DE ENSAYO: 30/12/2022
--	---

DIMENSIONES SEGÚN NTP 331.041 LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO.

IDENTIFICACIÓN	ESP.	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Parametros
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 1 DE ASERRIN	M-01	25.2	25.2	3.00	Largo
					± 5mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 1 DE ASERRIN	M-02	25.4	24.9	2.95	Ancho
					± 5mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 1 DE ASERRIN	M-03	25.0	25.3	2.90	Alto
					± 5mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 1 DE ASERRIN	M-04	24.9	25.3	3.00	Alto
					± 1mm
INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 1 DE ASERRIN	M-05	25.0	25.1	3.10	± 1mm

MEDICION DE LAS DIMENSIONES



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
- * Los insumos fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de GSE
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  Gerzinas Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267270



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION”
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL ALABEO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. C.º N° 267279

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

	INFORME	Código	AE-FO-84
	DETERMINACIÓN DEL ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA NTP 331.041	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

TESIS : "INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021"

Solicitante : HERMES ROJAS TIRAVANTI
 Atención : HERMES ROJAS TIRAVANTI
 Ubicación de Proyecto : CHOTA
 Material : INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE CEMENTO Y ASERRIN

Muestreado por : H.R.T
 Ensayado por : G.R.R
 Fecha de Ensayo: 30/12/2022
 Turno: Diurno

Tipo de muestra : LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO
 Presentación : LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MÁXIMO OBTENIDO mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO										
1 DE CEMENTO Y 1 DE ASERRIN	SUPERFICIE	0.5	3.0	0.3	2.5	0.4	1.8	0.4	2.5	0.2	3.2	3.2	Máximo 6 mm
	BORDE	0.2	2.5	0.4	2.3	0.7	2.0	0.1	3.0	1.0	4.0	4.0	Máximo 6 mm

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MÁXIMO OBTENIDO mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO										
1 DE CEMENTO Y 2 DE ASERRIN	SUPERFICIE	0.4	2.2	0.4	1.4	0.3	2.5	0.7	2.9	1.0	3.0	3.0	Máximo 6 mm
	BORDE	0.6	2.5	0.7	3.0	1.0	2.0	0.5	2.5	0.4	3.0	3.0	Máximo 6 mm

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MÁXIMO OBTENIDO mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO										
1 DE CEMENTO Y 3 DE ASERRIN	SUPERFICIE	0.3	2.1	0.5	2.1	0.4	2.0	0.8	3.0	0.5	3.2	3.2	Máximo 6 mm
	BORDE	0.5	2.8	0.4	1.0	0.5	1.2	0.4	2.0	1.3	2.0	2.8	Máximo 6 mm

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 6		MUESTRA 7		MUESTRA 8		MUESTRA 9		MUESTRA 10		MÁXIMO OBTENIDO mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO		
1 DE CEMENTO Y 3.5 DE ASERRIN	SUPERFICIE	0.5	2.0	0.4	2.0	0.8	2.0	1.0	4.0	0.2	2.6	4.0	Máximo 6 mm
	BORDE	0.5	2.1	0.7	2.5	0.4	2.4	0.5	2.9	0.4	1.5	2.9	Máximo 6 mm

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MÁXIMO OBTENIDO mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO										
1 DE CEMENTO Y 4 DE ASERRIN	SUPERFICIE	0.4	1.5	0.5	1.9	0.6	3.0	0.5	2.0	0.8	3.0	3.0	Máximo 6 mm
	BORDE	0.8	2.6	0.7	3.2	0.4	1.5	0.5	2.5	0.4	2.3	3.2	Máximo 6 mm

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM

Nombre y firma:



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

JEFE LEM

Nombre y firma:

CQC - LEM

Nombre y firma:



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870



ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA – EN LADRILLOS DE CONCRETO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267870

	INFORME DE ENSAYO	Código	SGC-F-27
	ABSORCIÓN DE AGUA DE LADRILLOS DE CONCRETO (Norma NTP 331.041)	Versión	01
		Página	1 de 1

TESIS	: "INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021"
SOLICITANTE	: HERMES ROJAS TIRAVANTI
ATENCION	: HERMES ROJAS TIRAVANTI
UBICACIÓN DE PROYECTO	: CHOTA
MATERIAL	INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 1 DE ASERRIN
Tipo de muestra	LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO DESPUES DE LA SUMERSIÓN (g)	PESO SECO (g)	ABSORCIÓN (%)
1	LAD-1	2921	2819	3.62
2	LAD-2	2914	2826	3.11
3	LAD-3	2972	2875	3.37
4	LAD-4	2952	2852	3.51
5	LAD-5	2956	2865	3.18
PROMEDIO		2943	2847	3.36

$$\text{Absorción} = (M2 - M1 / m1) \times 100$$

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Clavo Rimarachin</i> LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Geremias Rimarachin Rimarachin</i> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870



INFORME DE ENSAYO

Código SGC-F-27

ABSORCIÓN DE AGUA DE LADRILLOS DE CONCRETO (Norma NTP 331.041)

Versión 01

Página 1 de 1

TESIS : "INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021"
SOLICITANTE : HERMES ROJAS TIRAVANTI
ATENCION : HERMES ROJAS TIRAVANTI
UBICACIÓN DE PROYECTO : CHOTA
MATERIAL : INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 3.5 DE ASERRIN
Tipo de muestra : LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO DESPUES DE LA SUMERSIÓN (g)	PESO SECO (g)	ABSORCIÓN (%)
1	LAD-1	1652	1484	11.32
2	LAD-2	1588	1425	11.44
3	LAD-3	1650	1475	11.86
4	LAD-4	1626	1452	11.98
5	LAD-5	1593	1425	11.79
PROMEDIO		1622	1452	11.68

$$\text{Absorción} = (M2 - M1 / m1) \times 100$$

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM

Nombre y firma:

**LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**
Erlin Clayo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

JEFE LEM

Nombre y firma:

CQC - LEM

Nombre y firma:

**LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870



INFORME DE ENSAYO

Código

SGC-F-27

ABSORCIÓN DE AGUA DE LADRILLOS DE CONCRETO (Norma NTP 331.041)

Versión

01

Página

3 de 5

TESIS : "INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021"
SOLICITANTE : HERMES ROJAS TIRAVANTI
ATENCION : HERMES ROJAS TIRAVANTI
UBICACIÓN DE PROYECTO : CHOTA
MATERIAL : INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 4 DE ASERRIN
Tipo de muestra : LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO DESPUES DE LA SUMERSIÓN (g)	PESO SECO (g)	ABSORCIÓN (%)
1	LAD-1	1586	1335	18.80
2	LAD-2	1574	1325	18.79
3	LAD-3	1576	1332	18.32
4	LAD-4	1589	1345	18.14
5	LAD-5	1562	1312	19.05
PROMEDIO		1577	1330	18.62

$$\text{Absorción} = (M2 - M1 / m1) \times 100$$

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
<p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO </div>	<p>Nombre y firma:</p>	<p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870 </div>



ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN – EN LADRILLOS DE CONCRETO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267870

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



FORMATO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

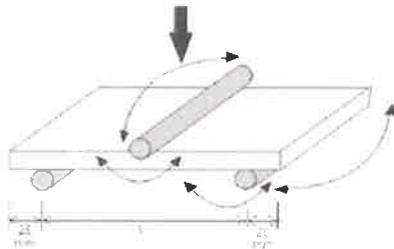
Código	AE-FO-124
Versión	01
Fecha	
Página	1 de 1

TESIS : "INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021"
SOLICITANTE : HERMES ROJAS TIRAVANTI
ATENCION : HERMES ROJAS TIRAVANTI
Tipo de muestra : LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO
Material : INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 3.5 DE ASERRIN

REALIZADO POR: H.R.T
REVISADO POR: G.R.R
FECHA DE ENSAYO: 30-12-2022

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - LADRILLOS DE CONCRETO (NORMA NTP 331.041)

MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	LUZ LIBRE	CARGA (KN)	CARGA (Kg)	RESISTENCIA DE ROTURA (kg/cm ²)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
1	250	250,1	30,2	200	1,85	188,64	7,54	24,81
2	250	250	30,1	200	1,87	190,68	7,63	25,26
3	249,5	249,5	30	200	1,93	196,80	7,89	26,29
4	250	249,8	30	200	1,9	193,74	7,76	25,85
5	250,02	250	30,1	200	1,85	188,64	7,55	24,99
PROMEDIO						191,70	7,67	25,44



OBSERVACIONES:

- Las Muestras Fueron proporcionadas por el solicitante.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN

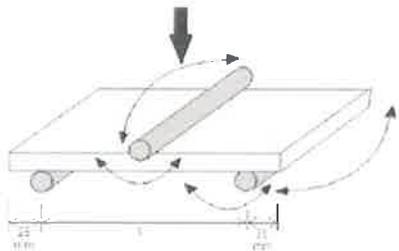
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM D: Nombre y firma:	D: M: A:	JEFE LEM D: Nombre y firma:	D: M: A:
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Erlin Clavo Rimarachin</i> LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASERRIN		 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC <i>Geremias Rimarachin Rimarachin</i> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870	

	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

TESIS : "INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021"
SOLICITANTE : HERMES ROJAS TIRAVANTI **REALIZADO POR:** H.R.T
ATENCION : HERMES ROJAS TIRAVANTI **REVISADO POR:** G.R.R
Tipo de muestra : LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO **FECHA DE ENSAYO:** 30-12-2022
Material : INCORPORACIÓN POR VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO CON 4 DE ASERRIN

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - LADRILLOS DE CONCRETO (NORMA NTP 331.041)

MUESTRA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	LUZ LIBRE	CARGA (KN)	CARGA (Kg)	RESISTENCIA DE ROTURA (kg/cm)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm2)
1	250	250.1	30	200	1.05	107.07	4.28	14.27
2	250.1	250	30.05	200	1.03	105.03	4.20	13.96
3	250	250.1	29.5	200	1.06	108.09	4.32	14.90
4	250	250.1	29.9	200	1.04	106.05	4.24	14.23
5	249.2	250	30.01	200	1.02	104.01	4.16	13.86
PROMEDIO						106.05	4.24	14.24



OBSERVACIONES:

- * Las Muestras Fueron proporcionadas por el solicitante.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	D:	JEFE LEM Nombre y firma:	D:
	M:		M:
	A:		A:
CQC - LEM Nombre y firma:  Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267370			

Anexo H. Certificados



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00122366

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 007029-2020/DSD - INDECOPI de fecha 23 de junio de 2020, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación GSE LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Servicio de construcción de obras, supervisión (dirección) de obras de construcción civil

Clase : 37 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0824970-2019

Titular : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 23 de junio de 2030

Tomo : 0612

Folio : 180

Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI



Pág. 1 de 1

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: **bwet12j806**



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-431-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 126-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-18

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : OHAUS

Modelo : R21PE30ZH

Número de Serie : 47537336

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala
de Verificación (e) : 10 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : 1

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-07-12

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-431-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	19,9	19,9
Humedad Relativa	60,6	61,6

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 30 012 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	19,9			19,9		
	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,6	-0,1
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4
3	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
4	15 000	0,6	-0,1	30 001	0,5	1,0
5	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,7	0,8
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4
7	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,6	-0,1
8	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
9	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,7	0,8
10	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4
Diferencia Máxima						
Error máximo permitido ±	20 g			± 30 g		



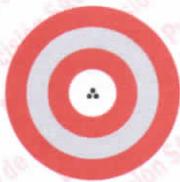
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°LL-2103-2022

Laboratorio PP

Página: 1 de 3

Expediente : 126-2022
Fecha de emisión : 2022-07-15

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

2. Instrumento : PIE DE REY
Tipo de Indicación : DIGITAL
Alcance de Indicación : 200 mm
División mínima : 0,01 mm
Marca : INSIZE
Modelo : 1108-200W
Serie : 2310171293
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

La calibración se realizó en JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA:
Fecha de calibración: 2022-07-12

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa según el PC-012 " Procedimiento de calibración de pie de rey del Indecopi -SNM" Edición 5 , 2012.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
JUEGO DE BLOQUES PATRON	INSIZE	LLA - C - 032 - 2022	INACAL - DA
BLOQUE PATRÓN	INSIZE	LLA - C - 032 - 2022	INACAL - DA
VARILLA PATRÓN	INSIZE	LLA - 208 - 2022	INACAL - DA
ANILLO PATRÓN	INSIZE	LLA - 025 - 2022	INACAL - DA
TERMÓMETRO DE CONTACTO	NO INDICA	CC-7836-2021	INACAL - DA

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,4	21,5
Humedad %	64,2	63,2

7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta adhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aproximado del 95 %.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°LL-2103-2022

Página: 2 de 3

8. Resultados

ERROR DE REFERENCIA INICIAL

Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (μm)
0,00	0,00	0

ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES

Valor Nominal (mm)	Valor Patrón (mm)	Indicación del Pie de Rey			Promedio (mm)	Error (μm)
		Superior (mm)	Central (mm)	Inferior (mm)		
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0
50,00	50,000	50,00	50,01	50,00	50,003	3
100,00	100,000	100,00	100,00	100,02	100,007	7
150,00	150,000	150,03	150,00	150,00	150,010	10
200,00	200,000	200,00	200,02	200,03	200,017	18

ERROR CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL

Valor Nominal (mm)	Error (E) (μm)
200,00	30

ERROR DE REPETIBILIDAD

Valor Nominal (mm)	Error (R) (μm)
200,00	20

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES

Valor Nominal (mm)	Error (S_{E-I}) (μm)
10,00	3

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD

Valor Nominal (mm)	Error (S_{E-P}) (μm)
10,00	-3

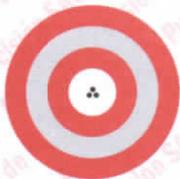


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°LL-2103-2022

Página: 3 de 3

ERROR DE CONTACTO LINEAL

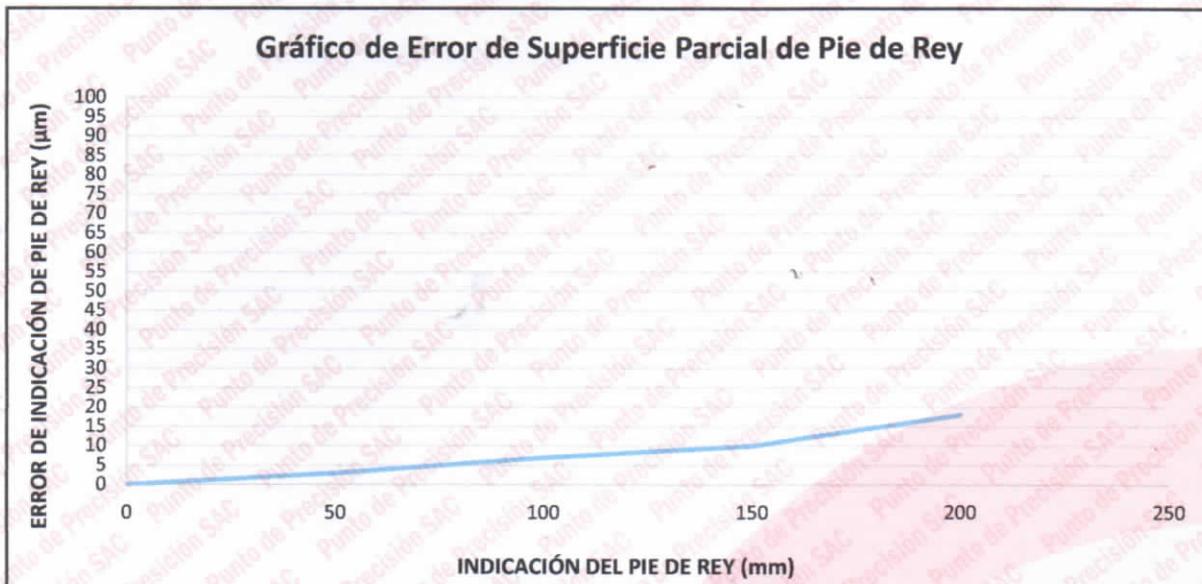
Valor Nominal (mm)	Error (L) (µm)
10,00	10

ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA

Valor Nominal (mm)	Error (J) (µm)
10,00	10

ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN DE INTERIORES

Valor Nominal (mm)	Error (K) (µm)
5,00	10



INCERTIDUMBRE DEL PIE DE REY

$$U (k=2) = (23,70^2 + 0,04^2 \times L^2)^{1/2} \mu\text{m}$$

Incertidumbre para L = mm	25 µm
---------------------------	-------

Fin del documento



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 506 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 126-2022
Fecha de emisión : 2022-07-15

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PERUTEST
Modelo de Prensa : STYE-2000
Serie de Prensa : 200910
Capacidad de Prensa : 2000 kN

Marca de indicador : MC
Modelo de Indicador : LM-02
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA
13 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,1	20,2
Humedad %	57	57

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 506 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	99,835	99,884	0,16	0,12	99,86	0,14	-0,05
200	200,985	201,034	-0,49	-0,52	201,01	-0,50	-0,02
300	300,388	300,437	-0,13	-0,15	300,41	-0,14	-0,02
400	400,616	400,714	-0,15	-0,18	400,66	-0,17	-0,02
500	500,922	500,863	-0,18	-0,17	500,89	-0,18	0,01
600	598,070	598,031	0,32	0,33	598,05	0,33	0,01
700	694,394	694,434	0,80	0,80	694,41	0,80	-0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 0,9999$

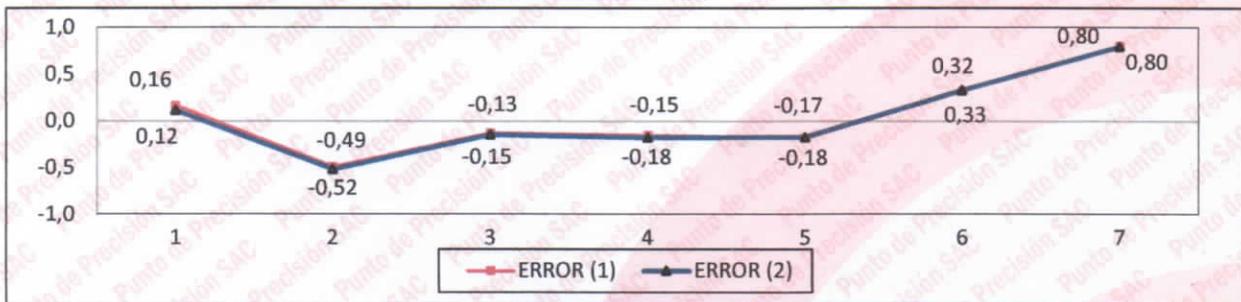
Ecuación de ajuste : $y = 1,0078x - 2,4336$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



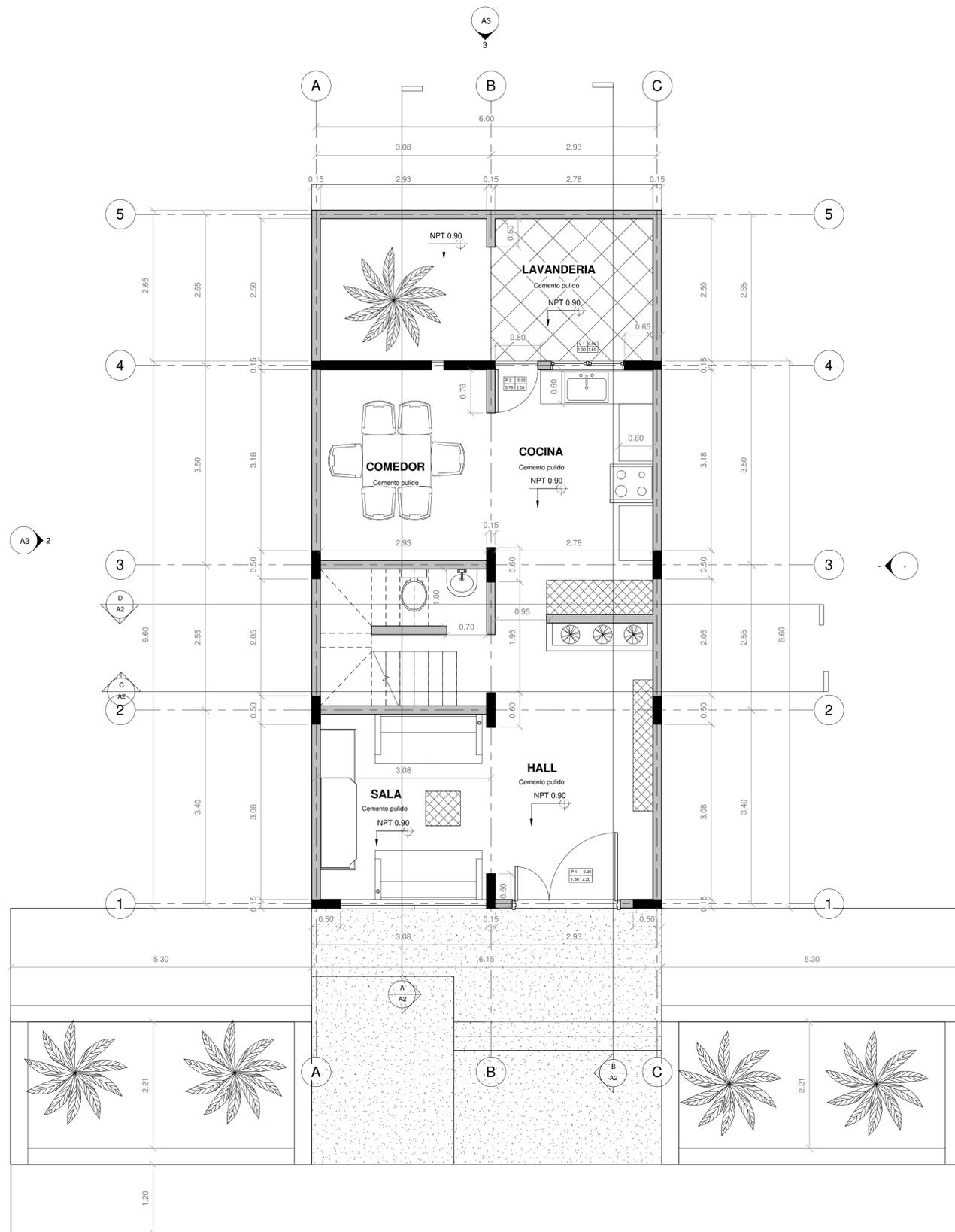
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo I. Planos



1 Niv. Primer Piso
1 : 40



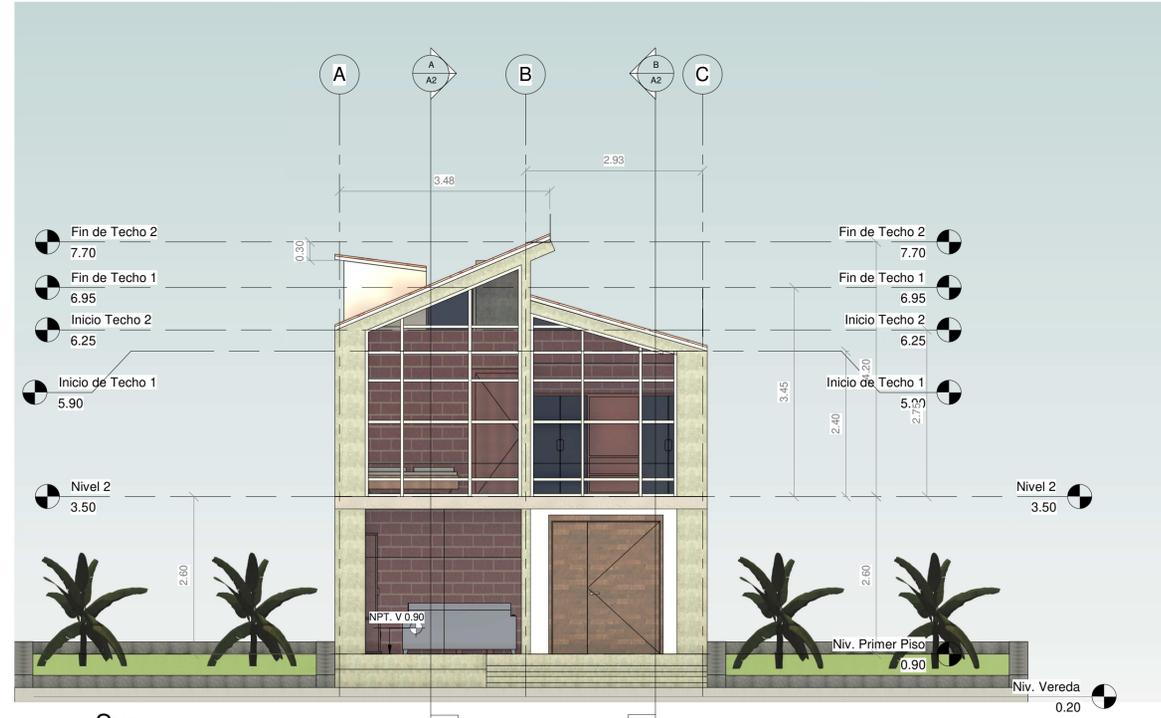
2 VISTA 3D



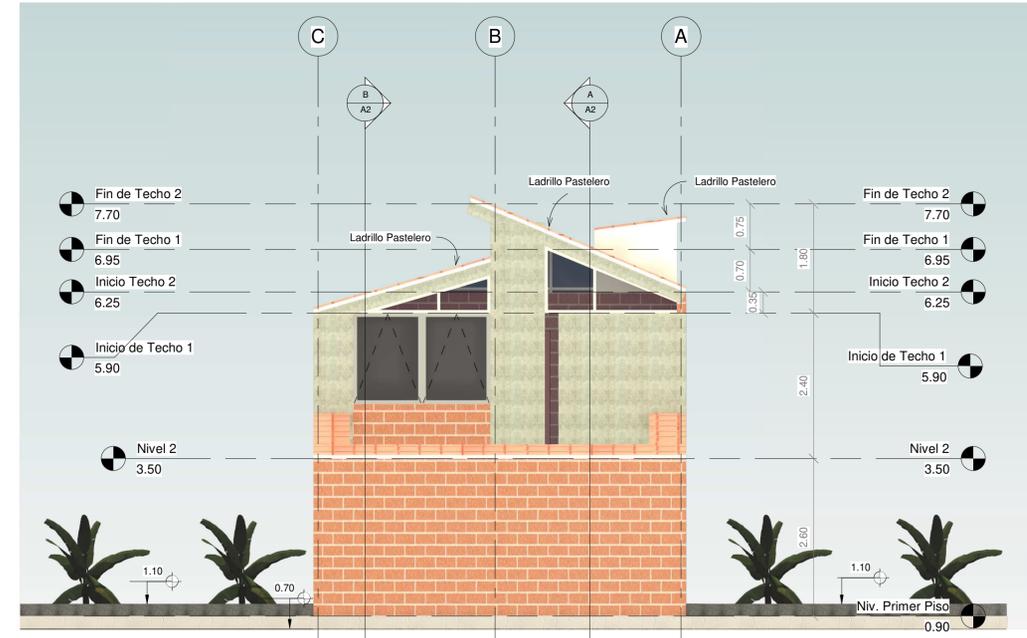
3 VISTA ISOMETRICA 3D

CLIENTE:	Universidad Nacional Autonoma de Chota		
PROYECTO:	Incorporación de Aserrín de Pino en Ladrillos de Concreto para Cobertura de Techo, Chota, 2021		
PLANO:	Arquitectura		LAMINA Nº:
UBICACIÓN:	Chota	DISTRITO:	Chota
PROVINCIA:	Chota	REGIÓN:	Cajamarca
DISEÑO:	H.R.T	DIBUJO:	Hermes Rojas Tiravanti
FECHA:	Fecha de emisión	ESC:	1 : 40

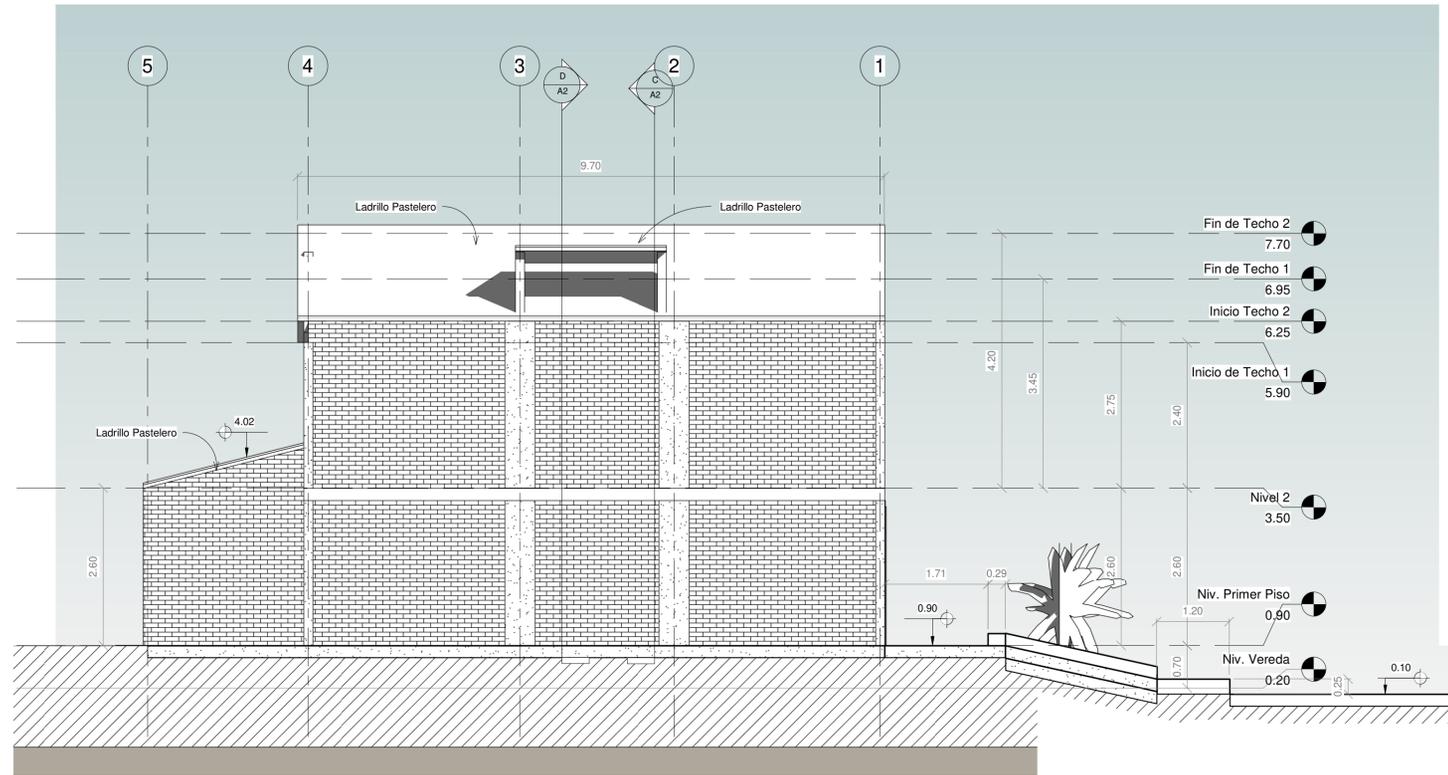
A1



1 Sur
1 : 50



3 Norte
1 : 50

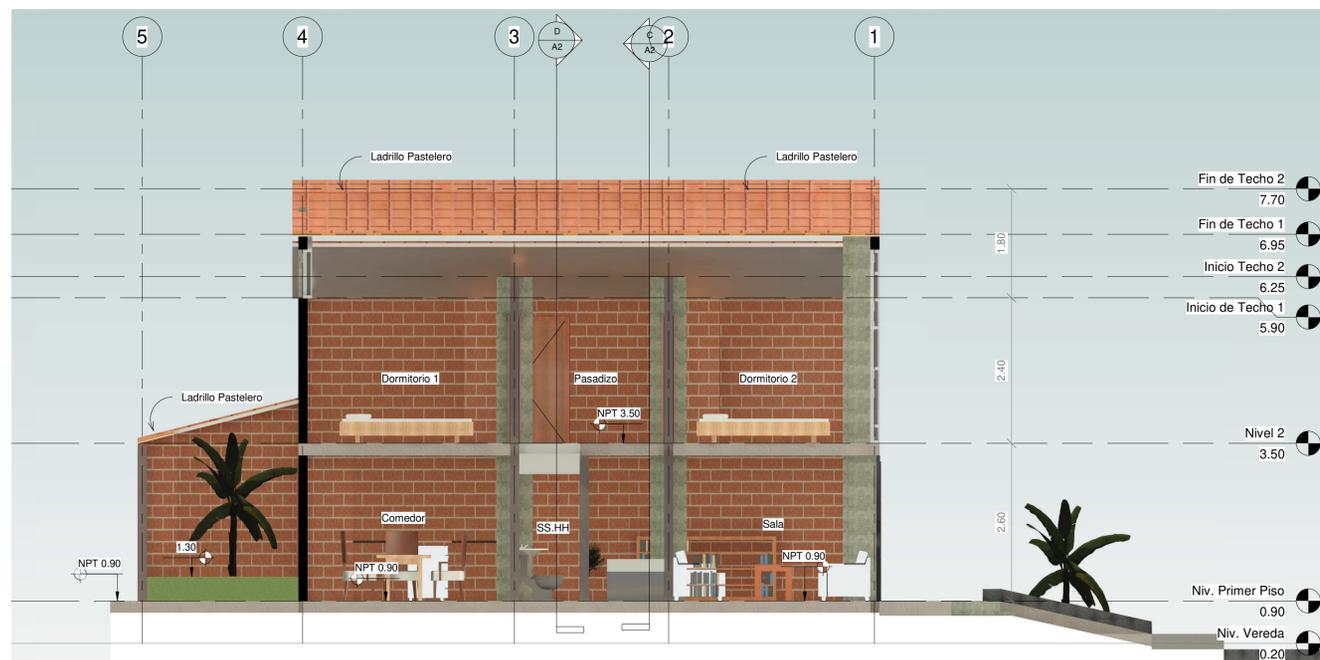


2 Oeste
1 : 50

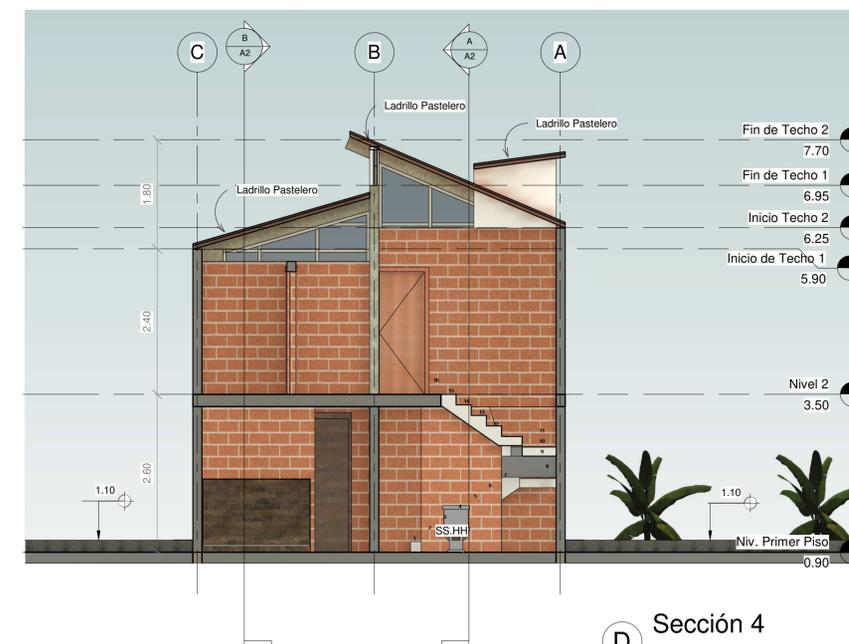


4 VISTA 3D LATERAL_1
1 : 1

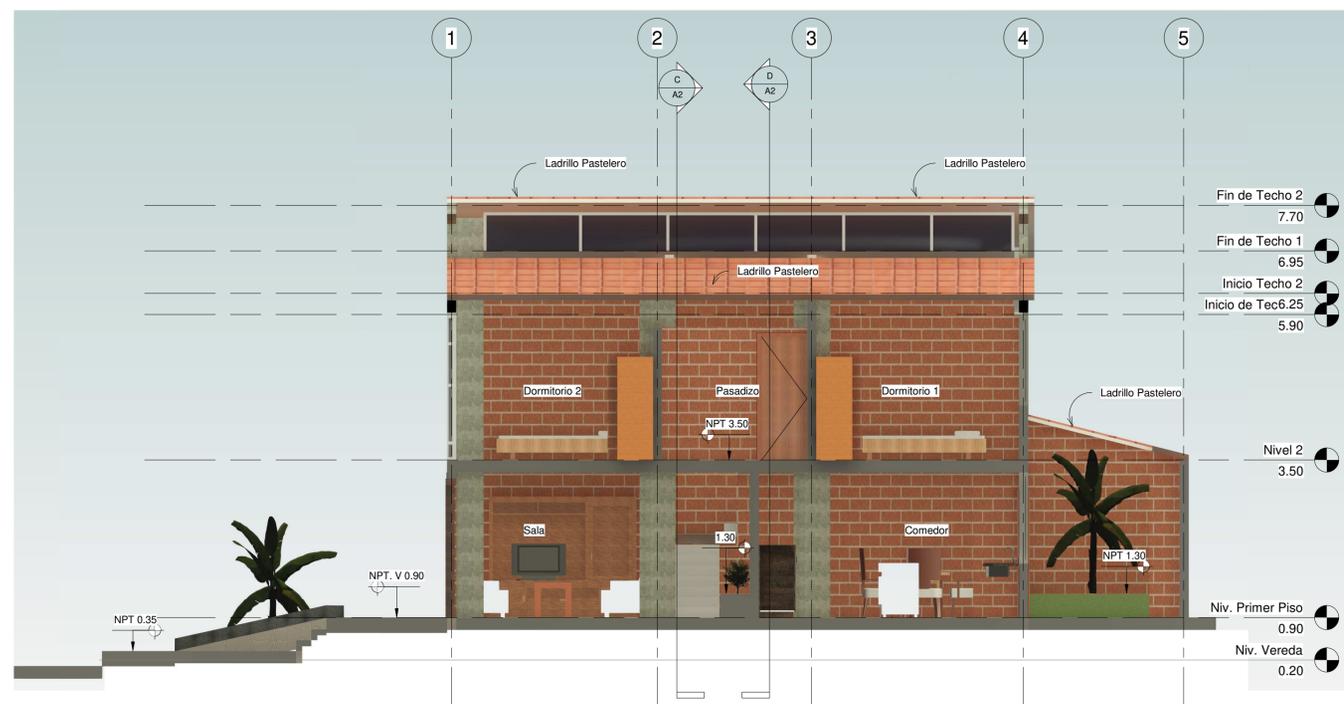
CLIENTE:	Universidad Nacional Autonoma de Chota		
PROYECTO:	Incorporación de Aserrín de Pino en Ladrillos de Concreto para Cobertura de Techo, Chota, 2021		
PLANO:	Alzados		LAMINA Nº:
UBICACIÓN:	Chota	DISTRITO:	Chota
PROVINCIA:	Chota	REGIÓN:	Cajamarca
DISEÑO:	H.R.T	DIBUJO:	Hermes Rojas Tiravanti
FECHA:	Fecha de emisión	ESC:	Como se indica
			A3



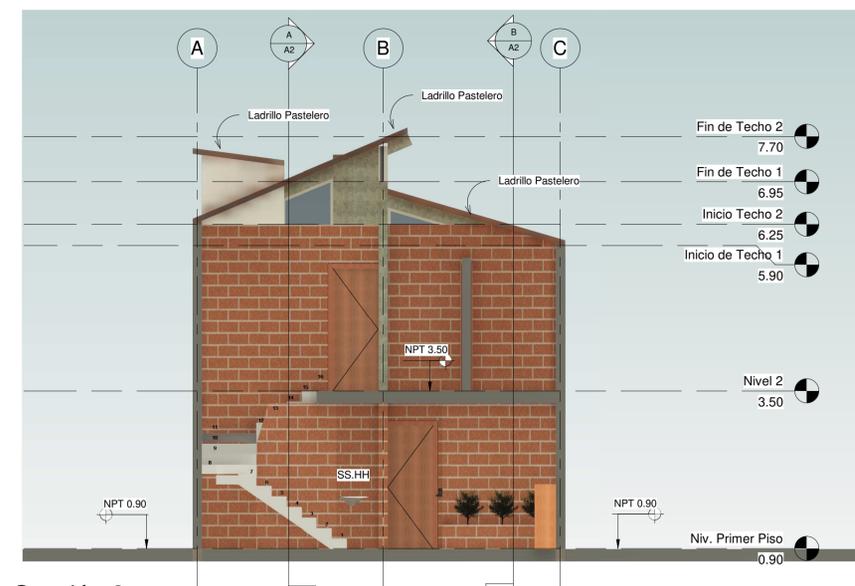
A Sección 1
1 : 50



D Sección 4
1 : 50



B Sección 2
1 : 50



C Sección 3
1 : 50

CLIENTE:	Universidad Nacional Autonoma de Chota		
PROYECTO :	Incorporación de Aserrín de Pino en Ladrillos de Concreto para Cobertura de Techo, Chota, 2021		
PLANO:	Cortes		LAMINA Nº:
UBICACIÓN:	Chota	DISTRITO:	Chota
PROVINCIA:	Chota	REGIÓN:	Cajamarca
DISEÑO:	H.R.T	DIBUJO:	Hermes Rojas Tiravanti
FECHA:	Fecha de emisión	ESC:	1 : 50

A2



Colpa Matara, 22 de enero del 2024.

C.O. N° 05-2024-UI-EPIC

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis titulado: **“INCORPORACIÓN DE ASERRÍN DE PINO EN LADRILLOS DE CONCRETO PARA COBERTURA DE TECHO, CHOTA, 2021”**, elaborado por el bachiller en ingeniería civil: **HERMES ROJAS TIRAVANTI**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 14% excluyendo citas, bibliografía y fuentes que tengan menos de 10 palabras; por lo tanto, cumple con los criterios de evaluación de originalidad establecidos en el acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

Se expide la presente, en conformidad a la directiva antes mencionada, para los fines que estime pertinentes.

Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH