

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

## FACULTAD DE INGENIERIA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO  
CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019”**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

- ✓ Bach. CASTILLO VEGA, Luis Antón
- ✓ Bach. EVANGELISTA APONTE, Emilia Edith

**ASESOR:**

- ✓ Dr. ABNER ITAMAR LEÓN BOBADILLA

**NUEVO CHIMBOTE – PERU**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**"MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO  
CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

**REVISADA Y APROBADA POR:**



Dr. Abner Itamar León Bobadilla

ASESOR

**INFORME DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

1. APELLIDOS Y NOMBRES:

**CASTILLO VEGA LUIS ANTON**  
**EVANGELISTA APONTE EMILIA EDITH**

2. TÍTULO DE TESIS:

**MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE  
CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO  
CHIMBOTE - 2019**

3. EVALUACIÓN DEL CONTENIDO:

**EN EL PRESENTE INFORME FINAL DE TESIS, SE HA  
PROPUESTO UTILIZAR EL MATERIAL QUE  
RESULTARÁ DEL LIMADO DEL ACERO CORRUGADO  
EN LAS CONSTRUCCIONES PARA UTILIZARLO COMO  
MATERIA PRIMA EN LA FABRICACIÓN DE  
LADRILLOS PARA ANALIZAR SUS PROPIEDADES EN  
EL AMBITO DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE.**

Fecha: Nuevo Chimbote. 06 de diciembre de 2021

4. OBSERVACIONES:

NINGUNA

5. CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN:

APROBADO



---

Ms. Abner Itamar León Bobadilla  
Asesor

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**"MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE  
CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO  
CHIMBOTE - 2019"**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

**REVISADA Y APROBADA POR EL JURADO EVALUADOR:**



Ms. Julio César Rivasplata Díaz  
Presidente



Ms. Luz Esther Álvarez Asto  
Secretaria



Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 24 días del mes de febrero del año dos mil veintidós, siendo las cinco de la tarde, cumpliendo el con la Resolución N° 306-2020-CU-R-UNS (12.06.120) y la Directiva 003-2020-UNSVRAC, sobre la "ADECUACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENCIÓN DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES DE PREGRADO DE LA UNS, SE REALICE EN FORMA VIRTUAL; través del aplicativo virtual Zoom, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 543-2021-UNS-CFI, integrado por los docentes Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria) y el Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Integrante) y en base a la Resolución Decanal N° 087-2022-UNS-FI, se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE – 2019", presentado por los Bachilleres EVANGELISTA APONTE EMILIA EDITH y CASTILLO VEGA LUIS ANTON, quienes fueron asesorados por el Dr. Abner Itamar León Bobadilla, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 280-2019-UNS-FI.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
CASTILLO VEGA LUIS ANTON	16	BUENO

Siendo las seis de la tarde del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 24 de febrero de 2022.



Ms. Julio César Rivasplata Díaz  
Presidente



Ms. Luz Esther Álvarez Asto  
Secretaria



Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Integrante



ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 24 días del mes de febrero del año dos mil veintidós, siendo las cinco de la tarde, cumpliendo el con la Resolución Nº 306-2020-CU-R-UNS (12.06.120) y la Directiva 003-2020-UNSVRAC, sobre la "ADECUACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENCIÓN DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES DE PREGRADO DE LA UNS, SE REALICE EN FORMA VIRTUAL; través del aplicativo virtual Zoom, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución Nº 543-2021-UNS-CFI, integrado por los docentes Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria) y el Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Integrante) y en base a la Resolución Decanal Nº 087-2022-UNS-FI, se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE – 2019", presentado por los Bachilleres EVANGELISTA APONTE EMILIA EDITH y CASTILLO VEGA LUIS ANTON, quienes fueron asesorados por el Dr. Abner Itamar León Bobadilla, según lo establece la T. Resolución Decanal Nº 280-2019-UNS-FI.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
EVANGELISTA APONTE EMILIA EDITH	16	BUENO

Siendo las seis de la tarde del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 24 de febrero de 2022.

Ms. Julio César Rivasplata Díaz  
Presidente

Ms. Luz Esther Álvarez Asto  
Secretaria

Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Integrante

## DEDICATORIA

A mi madre Antonia, por su apoyo y amor incondicional  
en todo momento, gracias mamá te amo.

A mis hermanos Aldo, Dalila, Vilma, Dante, Franklin,  
Ronald, quienes siempre se preocuparon por mi estudio  
me apoyaron incansablemente, al igual que mis primos,  
primas, tías y tíos, agradecerles inmensamente.

A los docentes de la Universidad Nacional Del Santa  
especialmente de la facultad de Ingeniería Civil, por  
las enseñanzas y consejos, que me brindaron en todo  
el proceso de mi formación profesional.

*Castillo vega Luis*

## DEDICATORIA

A Dios por ser mi fortaleza, mi roca fuerte, con su amor sublime que ilumina mi vida, mi mente y enseñanzas en todas las áreas.

A mis padres Roberto y Teresa, por ser mi fuente de inspiración, de perseverancia y lucha, mi motor y motivo, su amor incondicional, sus enseñanzas y su apoyo en todo tiempo y a mis hermanos por brindarme su apoyo en distintas áreas.

Y por supuesto a los docentes de la Universidad Nacional Del Santa de la facultad de Ingeniería Civil, por transmitir sus enseñanzas y experiencias en el lado profesional.

*Evangelista Aponte Emilia Edith*

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por darnos la oportunidad de estar con vida y realizar una de nuestras metas anheladas, a pesar de las circunstancias de la vida nos dio la fuerza y ánimo para poder realizar nuestra tesis.

Agradecer a nuestro asesor ms. ing. Abner Itamar león Bobadilla, quien nos apoyó y brindó sus conocimientos en todo momento de la elaboración de nuestra tesis.

También agradecer a todos los docentes de la Universidad Nacional del Santa quienes nos brindaron las enseñanzas necesarias para poder ser un profesional con ética y moral.

Por último, agradecer a nuestros familiares y amigos quienes nos brindaron su apoyo en todo lo que necesitamos sin condición alguna.

## Índice general

DEDICATORIA .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
<b>Índice general</b> .....	vi
<b>Índice de tablas</b> .....	xi
<b>Índice de figuras</b> .....	xiii
<b>Índice de gráficos</b> .....	xiv
<b>Índice de ecuaciones</b> .....	xv
RESUMEN .....	xvi
ABSTRAC .....	xvii
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	19
1.1. Antecedentes del problema.....	19
1.2. Formulación del Problema .....	20
1.2.1 Problema General.....	20
1.2.2 Problemas específicos .....	20
1.3. Objetivos.....	21
1.3.1. Objetivo General .....	21
1.3.2. Objetivos Específicos .....	21
1.4. Justificación.....	22
1.4.1. Justificación Social.....	22
1.4.2. Justificación Económica.....	22
1.4.3. Justificación Técnica .....	23
1.4.4. Justificación Metodológica.....	23
1.5. Limitaciones del trabajo .....	23
1.5.1. Limitación social .....	23
1.5.2. Limitación Económica.....	24
1.5.3. Limitación Técnica .....	24
1.5.4. Limitación Metodológica.....	24
1.6. Hipótesis de la investigación .....	24
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	26
2.1 Antecedentes.....	26

2.1.1. A Nivel Internacional .....	26
2.1.2. A nivel Nacional .....	28
2.2. Base teórica: .....	30
2.2.1. Albañilería .....	30
2.2.2. Clasificación .....	31
2.2.3. Componentes de la Albañilería .....	33
2.2.4. Unidades de Albañilería .....	33
2.2.5. Clasificación de las unidades de albañilería: .....	34
2.2.6. Propiedades Físicas y Mecánicas de las unidades de albañilería .....	36
2.2.7. Pruebas de las Unidades De Albañilería .....	37
2.2.8. Aceptación de las Unidades.....	44
2.2.9. Fabricación artesanal de las unidades de concreto en nuevo Chimbote.....	45
2.2.10. Elaboración de unidades de albañilería: .....	46
2.2.11. Mortero .....	53
2.2.12. Propiedades de la Albañilería Simple.....	56
2.2.12. Limalla.....	66
2.3. Definición de términos .....	69
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>75</b>
3.1 Tipo de investigación .....	75
3.2 Nivel de investigación.....	75
3.3 Unidad de análisis.....	76
3.4 Ubicación .....	76
3.5 Población y muestra .....	76
3.5.1 Población .....	76
3.5.2 Muestra .....	76
3.6 Variables .....	77
3.6.1 Variables independientes.....	77
3.6.2 Variables dependientes.....	77
3.6.3 Matriz de consistencia.....	78
3.7 Instrumentos .....	81
3.8 Procedimientos .....	81
3.8.1. Metodología de Analisis de la Limalla .....	81

3.8.1.1. Ensayo Químico .....	81
3.8.2. Ensayo Físico.....	82
3.8.3. Metodología de análisis de los materiales, componentes de los ladrillos de concreto.....	87
3.8.3.1. Granulometría (Astm D-75).....	87
3.8.3.2 Peso Específico y Absorción (Agregado Fino) NTP 400.022 ASTM C-29.....	90
3.8.3.3. Peso Unitario Suelto y Compacto.....	91
3.8.3.4. Contenido de Humedad .....	92
3.8.4. Metodología de la elaboración de ladrillos de concreto macizo king-kong.....	94
3.8.5. Metodología de Análisis de las Propiedades De Los Ladrillos.....	94
3.8.6.1. Método de Ensayo Para Determinar la Resistencia a Compresión Axial .....	100
3.8.6.2. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión diagonal. ....	103
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>108</b>
4.1. Análisis en interpretación de resultados .....	108
4.1.1. Resultado del Análisis Químico de Limalla.....	108
4.1.2. Resultados del análisis de los materiales utilizados .....	109
4.1.2.1. Agregado Global.....	109
4.1.2.2. Arena Fina.....	110
4.1.2.3. Confitillo .....	112
4.1.2.4. Limalla .....	113
4.1.2.5. Agregado Preparado.....	114
4.1.3. Resultado de los ensayos realizados de los ladrillos de concreto, provenientes de la ladrillera “asociación de ladrilleros de san luis”, y los ladrillos de concreto elaborados en los laboratorios de la universidad nacional del santa.....	116
4.1.3.1. Ensayos Clasificatorios .....	116
4.1.3.2. Ensayos No Clasificatorios.....	120
4.1.4. Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión axial (pilas), y resistencia a la compresión diagonal (muretes), de las unidades.....	122
4.1.4.1. Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial (Pilas).....	122
4.1.4.2. Ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal (Muretes).....	124
4.1.5. Diseño de concreto optimo con limalla para mejorar las propiedades de Ladrillo de concreto	125
4.1.6. La adición de limalla como alternativa técnica en la elaboración de ladrillos artesanales de concreto en Chimbote.....	128
4.1.7. Análisis de los diseños respecto a densidad seca, absorción y conductividad térmica ....	130

---

4.2. Discusión .....	135
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>140</b>
5.1. Conclusiones.....	140
5.2. Recomendaciones .....	142
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>144</b>
6.1. Bibliografía.....	144
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>146</b>
Anexo 01. análisis granulométrico de agregado global .....	146
Anexo 02. Análisis Granulométrico de Arena Fina .....	147
Anexo 03. Análisis Granulométrico de Confitillo.....	148
.....	148
Anexo 04. Análisis Granulométrico Agregado Preparado .....	149
Anexo 05. Análisis Granulométrico de Limalla .....	150
Anexo 06. Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compacto Del Agregados Fin .....	151
Anexo 07. Ensayo de Contenido de Humedad de Agregado.....	152
Anexo 08. Ensayo de Peso Específico de Agregado Fino.....	153
Anexo 09. Ensayo de Variación Dimensional de las Unidades De Concreto – 1 .....	154
.....	154
Anexo 10. Ensayo de Variación Dimensional de las Unidades de Concreto - 2 .....	155
Anexo 11. Ensayo de Succión de las unidades de concreto.....	156
Anexo 12. Ensayo de Alabeo de las Unidades de Concreto. ....	157
Anexo 13. Ensayo de Absorción y Absorción Máxima de las Unidades de Concreto. ....	158
Anexo 14. Análisis Químico de Limalla - 1.....	159
Anexo 15. Análisis Químico de Limalla – 2 .....	160
Anexo 16. Ensayo de Resistencia a la Compresión Unitaria “Ladrillera San Luis.” .....	161
Anexo 17. Ensayo de Resistencia a la Compresión Unitaria “Limalla al 0%” .....	162
Anexo 18. Ensayo de Resistencia a la Compresión Unitaria “Limalla al 25 %” .....	163
Anexo 19. Ensayo de Resistencia a la Compresión Unitaria “Limalla al 35 %” .....	164
Anexo 20. Ensayo de Resistencia a la Compresión Unitaria “Limalla al 50 %” .....	165
Anexo 21. Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial (pilas), “ladrillera san luis” .....	166
Anexo 22. Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial (pilas), “ Limalla al 0 %” .....	167
Anexo 23. Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial (pilas), “Limalla al 25 %” .....	168

---

---

Anexo 24. Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial (pilas), "Limalla al 35 %" .....	169
Anexo 25. Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial (pilas), "Limalla al 50 %" .....	170
Anexo 26. Ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal (muretes), "Ladrillera san Luis." .....	171
Anexo 27. Ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal (muretes), "Limalla 0 %." .....	172
Anexo 28. Ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal (muretes), "Limalla 25 %." .....	173
Anexo 29. Ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal (muretes), "Limalla 25 %." .....	174
Anexo 30. Panel Fotográfico .....	175
Visita A Sider-Peru Gerdau- Para Obterner Limalla .....	175
Visita a la ladrillera: "asociacion de ladrilleros de san luis", para la obtencion de las unidades y los agregados.....	175
Ensayos Fisicos De Los Materiales Utilizados Para La Elaboracion De Ladrillos De Concreto.....	177
Visita A La Ladrillera: "Asociacion De Ladrilleros De San Luis", Para La Obtencion De Los Agregados.....	183
Elaboracion de las unidades de concreto de acuerdo a la dosificacion, la muestra patron al 0% de limalla y luego agregando limalla al 25%,35% y 50% al volumen de agregado preparado. ....	185
Pruebas Clasificatorias De Las Unidades De Albañileria.....	186
Pruebas No Clasificatorias De Las Unidades De Albañileria .....	188
188	
Ensayos De Resistencia A La Compresión Axial (Pilas) .....	189
Ensayos De Resistencia A La Compresión Diagonal (Mueretes) .....	190

### Índice de tablas

<b>Tabla 01.</b> Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....	36
<b>Tabla 02.</b> Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.....	44
<b>Tabla 03.</b> Cuadro de porcentajes que pasa.....	54
<b>Tabla 04.</b> Tipo de Mortero A.....	55
<b>Tabla 05.</b> Tipo de Mortero B.....	56
<b>Tabla 06.</b> Factores de corrección de $f'm$ por esbeltez.....	61
<b>Tabla 07.</b> Composición Química de Limalla.....	67
<b>Tabla 08.</b> Composición Química elemental de Limalla.....	68
<b>Tabla 09.</b> Matriz de consistencia.....	78
<b>Tabla 10.</b> Operacionalización de variables.....	79
<b>Tabla 11.</b> Análisis Granulométrico de Limalla.....	82
<b>Tabla 12.</b> Peso específico (agregado fino) NTP 400.022 ASTM C-29.....	84
<b>Tabla 13.</b> peso unitario suelto (agregado fino) NTP 400.017 MTC E 203.....	85
<b>Tabla 14.</b> Contenido de humedad (agregado fino) NTP 339.185 ASTM C-566 .....	87
<b>Tabla 15.</b> Análisis granulométrico a. fino (agregado global) - NTP 400.012.....	88
<b>Tabla 16.</b> Análisis granulométrico a. fino (arena fina) - NTP 400.012.....	89
<b>Tabla 17.</b> Análisis granulométrico a. fino (confitillo) - NTP 400.012.....	89
<b>Tabla 18.</b> peso específico agregado fino, (Agregado preparado) .....	90
<b>Tabla 19.</b> Peso unitario suelto (agregado fino) NTP 400.017 MTC E 203.....	92
<b>Tabla 20.</b> Peso unitario compacto (agregado fino) NTP 400.017 MTC E 203.....	92
<b>Tabla 21.</b> Contenido de humedad (agregado fino) NTP 339.185 ASTM C-566 .....	93
<b>Tabla 22.</b> . Factores de Corrección Altura/Espesor para la Resistencia en Compresión de Prismas de Albañilería.....	101
<b>Tabla 23.</b> Porcentajes que pasan según NTP 400.037 para agregado fino.....	109
<b>Tabla 24.</b> Porcentajes de pasantes acumulados del agregado global, cantera "vesique".....	109

---

<b>Tabla 25.</b> Propiedades del agregado global, de la cantera “vesique”.....	110
<b>Tabla 26.</b> Porcentajes de pasantes acumulados de la arena fina. cantera “vesique”.....	110
<b>Tabla 27.</b> Propiedades de la arena fina, de la cantera “vesique”.....	111
<b>Tabla 28.</b> Porcentajes de pasantes acumulados del Confitillo cantera “vesique”.....	112
<b>Tabla 29.</b> Propiedades de la arena fina, del confitillo “vesique”.....	113
<b>Tabla 30.</b> Porcentajes de pasantes acumulados de la Limalla Proveniente: “Sider-Peru”....	113
<b>Tabla 31.</b> Propiedades de la arena fina, de la limalla “Sider-Peru”.....	114
<b>Tabla 32.</b> Porcentajes de pasantes acumulados del agregado preparado cantera “vesique”.....	114
<b>Tabla 33.</b> Propiedades del agregado preparado, cantera: “vesique”.....	115
<b>Tabla 34.</b> Ensayo de variación dimensional de las unidades.....	116
<b>Tabla 35.</b> Coeficiente de variación de las unidades.....	116
<b>Tabla 36.</b> Desviación estándar de las unidades.....	117
<b>Tabla 37.</b> Ensayo de alabeo de las unidades .....	117
<b>Tabla 38.</b> Ensayo de resistencia a la compresión unitaria, de las unidades.....	118
<b>Tabla 39.</b> Ensayo de Succión, de las unidades .....	120
<b>Tabla 40.</b> Ensayo de Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación, de las unidades .....	121
<b>Tabla 41.</b> Ensayo de resistencia a la compresión axial de las unidades.....	122
<b>Tabla 42.</b> Ensayo de resistencia a la compresión Diagonal de las unidades.....	124
<b>Tabla 43.</b> Ensayos clasificatorios del mortero óptimo .....	125
<b>Tabla 44.</b> Ensayo de resistencia a la compresión unitaria .....	126
<b>Tabla 45.</b> Ensayo de resistencia a la compresión axial y diagonal .....	126
<b>Tabla 46.</b> Ensayos no clasificatorios .....	127
<b>Tabla 47.</b> Prueba de normalidad en las resistencias a la compresión unitaria .....	130
<b>Tabla 48.</b> Prueba Kruskal Wallis de los diseños a los 7 días de medición .....	131
<b>Tabla 49.</b> Prueba Post-Hoc de T3 Dunnet de los ensayos realizados respecto a la resistencia a la compresión unitaria .....	132
<b>Tabla 50.</b> Prueba de normalidad en la resistencia a la compresión axial .....	133

---

---

<b>Tabla 51.</b> Prueba Anova de los ensayos realizados en cuanto a resistencia a la compresión axial.....	135
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

### Índice de figuras

<b>Figura 01.</b> Muros portantes y no portantes en una vivienda.....	31
<b>Figura 02.</b> Arena gruesa .....	46
<b>Figura 03.</b> Confitillo .....	47
<b>Figura 04.</b> Agua almacenada en patera.....	47
<b>Figura 05.</b> Cuantificación de Agregados .....	49
<b>Figura 06.</b> Preparación de agregados .....	49
<b>Figura 07.</b> Mezclado de los componentes del ladrillo en seco.....	50
<b>Figura 08.</b> Mezclado de los componentes del ladrillo en humedo .....	50
<b>Figura 09.</b> Moldeado de los ladrillos.....	51
<b>Figura 10.</b> Se observa el concreto en el molde.....	51
<b>Figura 11.</b> Tendido de los ladrillos .....	52
<b>Figura 12.</b> Curado de los ladrillos .....	52
<b>Figura 13.</b> Almacenamiento de los ladrillos .....	53
<b>Figura 14.</b> Ilustración, ensayo de compresión de pilas.....	59
<b>Figura 15.</b> Esfuerzo en el ladrillo y mortero, por efecto de la carga unitaria axial .....	61
<b>Figura 16.</b> Similitud de la falla entre el ensayo de corte y un sismo .....	63
<b>Figura 17.</b> Esquema de deformación del espécimen de murete .....	65
<b>Figura 18.</b> Metodología de la elaboración de ladrillos .....	94

---

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 01.</b> Comparación porcentual de los elementos químicos componentes de la Limalla.....	108
<b>Gráfico 02.</b> Curva granulométrico del agregado global.....	110
<b>Gráfico 03.</b> Curva granulométrico de la arena fina.....	111
<b>Gráfico 04.</b> Curva granulométrico del Confitillo.....	112
<b>Gráfico 05.</b> Curva granulométrico de la Limalla.....	114
<b>Gráfico 06.</b> Curva granulométrico del agregado preparado.....	115
<b>Gráfico 07.</b> Comparación de la resistencia a la compresión unitaria de las unidades de la ladrillera “Asociación de ladrilleros de san luis”, y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.....	119
<b>Gráfico 08.</b> Comparación de Succión de las unidades de la ladrillera “Asociación de ladrilleros de san luis”, y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.....	120
<b>Gráfico 09.</b> Comparación de Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación, de las unidades de la ladrillera “Asociación de ladrilleros de san luis”, y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.....	121
<b>Gráfico 10.</b> Comparación de la resistencia a la compresión axial, de las unidades de la ladrillera “Asociación de ladrilleros de san luis”, y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.....	123
<b>Gráfico 11.</b> Comparación de la resistencia a la compresión Diagonal, de las unidades de la ladrillera “Asociación de ladrilleros de san luis”, y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.....	124
<b>Gráfico 12.</b> Resistencia a la compresión Unitaria, de las unidades de la ladrillera “Asociación de ladrilleros de san luis”, y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla .....	128
<b>Gráfico 13.</b> Resistencia a la compresión axial, de las unidades de la ladrillera “Asociación de ladrilleros de san luis”, y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.....	128
<b>Gráfico 14.</b> Resistencia a la compresión Diagonal, de las unidades de la ladrillera “Asociación de ladrilleros de san luis”, y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.....	129

---

## Índice de ecuaciones

<b>Ecuación 01.</b> variación dimensional.....	38
<b>Ecuación 02.</b> variación Porcentual.....	38
<b>Ecuación 03.</b> Succión.....	40
<b>Ecuación 04.</b> Resistencia a tracción por flexión.....	42
<b>Ecuación 05.</b> Resistencia al corte.....	63
<b>Ecuación 06.</b> Área del espécimen.....	64
<b>Ecuación 07.</b> deformación por corte.....	64
<b>Ecuación 08.</b> Tracción.....	66
<b>Ecuación 09.</b> Compresión.....	66
<b>Ecuación 10.</b> Corte.....	66
<b>Ecuación 11.</b> Peso Específico Aparente.....	83
<b>Ecuación 12.</b> Peso Específico Aparente (s.s.s).....	83
<b>Ecuación 13.</b> Peso Específico Nominal.....	83
<b>Ecuación 14.</b> Porcentaje de Absorción.....	83
<b>Ecuación 15.</b> Peso Unitario Suelto.....	84
<b>Ecuación 16.</b> Peso Unitario Compacto.....	84
<b>Ecuación 17.</b> Contenido de Humedad.....	86
<b>Ecuación 18.</b> Peso del agua en gramos.....	86
<b>Ecuación 19.</b> Peso de las partículas sólidas en gramos.....	86
<b>Ecuación 20.</b> Resistencia a la compresión unitaria.....	97
<b>Ecuación 21.</b> Succión.....	99
<b>Ecuación 22.</b> Absorción.....	100
<b>Ecuación 23.</b> Esfuerzo cortante.....	104
<b>Ecuación 24.</b> Área del espécimen.....	104

## RESUMEN

En la presente investigación "Mejoras de las propiedades de ladrillos de concreto con el uso de limalla en nuevo Chimbote -2019", tuvo como objetivo general determinar las propiedades del ladrillo de concreto incorporando el uso de limalla con adición porcentual en volumen del agregado preparado en nuevo Chimbote, considerándose una investigación tipo aplicada, con diseño experimental, y como población de estudio se consideró a ladrillos de concreto con adición de 0%, 25%, 35% y 50% de residuos metálicos de la siderúrgica Sider Perú (limalla). Se realizaron ensayos clasificatorios y no clasificatorios para determinar las propiedades mecánicas y físicas del bloque de concreto con las adiciones respectivas. Obtuvo como principales resultados, que la adición de los porcentajes de limalla en forma creciente aumenta la resistencia a la compresión unitaria a los 28 días para el 0% que es la muestra patrón se obtuvo una resistencia de 125.09 kg/cm<sup>2</sup>, para un 25% se obtuvo una resistencia 133.91 kg/cm<sup>2</sup>, para un 35% se obtuvo una resistencia 187.19 kg/cm<sup>2</sup> y para un 50% se obtuvo una resistencia 195.91 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, la incorporación de limalla sería un gran aliado, debido a que la absorción es similar en todas las unidades, siendo menores al 22% cumpliendo con los parámetros establecidos por la norma. Finalmente, para las tres muestras empleadas, se encontró que las de albañilería con el 50% de limalla presentaron un mejor comportamiento mecánico, pero su costo de elaboración sería muy elevado. Por ello se recomienda que se debe utilizar limalla al 25%, dado que presenta una resistencia mayor a la muestra patrón de 0% y su producción sería económica.

**PALABRAS CLAVE:** Propiedades de ladrillo, Limalla, agregado preparado.

## ABSTRAC

In this thesis work "Mejoras de las propiedades de ladrillos de concreto con el uso de limalla en nuevo Chimbote -2019", the general objective was to determine the properties of the concrete brick incorporating the use of swarf with percentage addition in volume of the aggregate prepared in Nuevo Chimbote, considering an applied type research, with an experimental design, and as a study population, concrete bricks with addition of 0%, 25%, 35% and 50% of metal residues from the Sider Peru steelworks (limalla). Classification and non-classification tests were carried out to determine the mechanical and physical properties of the concrete block with the respective additions. Obtained as main results, that the addition of the percentages of swarf in an increasing way increases the unit compressive strength at 28 days for 0%, which is the standard sample, a resistance of 125.09 kg/cm<sup>2</sup> was obtained, for 25% a resistance of 133.91 kg/cm<sup>2</sup> was obtained, for 35% a resistance of 187.19 kg/cm<sup>2</sup> was obtained and for 50% a resistance of 195.91 kg/cm<sup>2</sup> was obtained. Also, the incorporation of swarf would be a great ally, because the absorption is similar in all units, being less than 22%, complying with the parameters established by the standard. Finally, for the three samples used, it was found that the masonry samples with 50% swarf presented better mechanical behavior, but their manufacturing cost would be very high. For this reason, it is recommended that swarf at 25% be used, since it presented a greater resistance than the standard sample of 0% and its production would be economical.

**KEY WORDS:** Brick properties, Limalla, prepared aggregate.

# CAPÍTULO I:

# INTRODUCCIÓN

## I. INTRODUCCION

### 1.1. Antecedentes del problema

Los ladrillos en el mundo son los materiales de construcción más comúnmente utilizados en mampostería dado a las propiedades que posee como la durabilidad, resistencia a la compresión y un costo bajo. Además, tienen como aglutinante principal al cemento Portland, la producción de este material a nivel mundial en el año 2011 fue de 2800 millones de toneladas métricas y aun se espera que aumente en el año 2030 a 4800 millones de toneladas métricas, asimismo, la fabricación de ladrillos de hormigón produce una significativa cantidad de gases de efecto invernadero en la atmosfera (Sarah et al., 2022).

En el Perú para superar estos problemas, se está promoviendo la participación solidaria de la construcción sostenible a través de la Dirección Nacional de Construcción, que en el 2014 se encargó de la elaboración de un estudio que iniciara un procedimiento, que ofreciera una buena calidad de vida a la población y reducción de impactos ambientales mediante un plan integro, selección de materia prima, materiales de construcción innovadores, que no quebranten la norma peruana, etc (Miranda, et al , 2018).

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018) en la ciudad de Nuevo Chimbote el material predominante en 30090 viviendas es el material noble, 258 viviendas en material de Adobe y 16004 viviendas en material precario. Teniendo este dato se determina que los habitantes del distrito Nuevo Chimbote prefieren el uso de ladrillo de material noble que en su mayoría son artesanales, sin embargo, no cumplen

con ser lo más resistentes, trayendo como resultado problemas estructurales a lo largo de la vida de la edificación.

Además, en la norma E.030 la ciudad Nuevo Chimbote se encuentra en la zona sísmica 4, por ello es de suma importancia construir edificaciones resistentes, que cumplan con los parámetros estructurales adecuados.

La presente tesis tiene como propósito incorporar como insumo la limalla en un ladrillo de concreto para mejorar sus propiedades, que cumpla con lo dispuesto de la Norma E070 del Reglamento Nacional de Edificaciones y de esta forma pueda convertirse en un material de construcción alternativo, realizando construcciones más seguras y resistentes, todo esto con la intención de contribuir en el desarrollo económico y sostenible del país.

## 1.2. Formulación del Problema

### 1.2.1 Problema General

- ✓ ¿La limalla como adición porcentual en volumen del agregado preparado, podrá mejorar las propiedades del ladrillo de concretos hechos artesanalmente en nuevo Chimbote?

### 1.2.2 Problemas específicos

- ✓ ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto artesanal convencional en nuevo Chimbote y de los ladrillos elaborados con limalla con adición porcentual en volumen del agregado preparado?

- ✓ ¿Como influye los ensayos de compresión axial y diagonal de los muros y pilas a los 28 días, de las unidades elaboradas con la sustitución de limalla al 0%, 25%, 35%, y 50%, con respecto al volumen del agregado preparado?
- ✓ ¿Cuál es el diseño de la composición química de la limalla?
- ✓ ¿Cuál es el diseño de mortero óptimo para mejorar las propiedades del ladrillo de concreto?
- ✓ ¿De qué manera influye la evaluación como alternativa técnica en el uso de limalla como adición porcentual en volumen del agregado preparado, en la elaboración de ladrillos artesanales de concreto en nuevo Chimbote?

### 1.3.Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo General

- ✓ Determinar las propiedades del ladrillo de concreto incorporando el uso de limalla con adición porcentual en volumen del agregado preparado, en nuevo Chimbote.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar la composición química de la limalla.
- ✓ Determinar las propiedades físicas y mecánicas los ladrillos de concreto artesanal convencional en nuevo Chimbote y de los ladrillos elaborados con limalla con adición porcentual en volumen del agregado preparado.

- ✓ Determinar los ensayos de compresión axial y diagonal de los muros y pilas a los 28 días, de las unidades elaboradas con la sustitución de limalla al 0%, 25%, 35%, y 50%, con respecto al volumen del agregado preparado.
- ✓ Determinar el diseño del concreto óptimo para mejorar las propiedades del ladrillo de concreto.
- ✓ Evaluar como alternativa técnica, el uso de limalla como adición porcentual en volumen del agregado preparado, en la elaboración de ladrillos artesanales de concreto en nuevo Chimbote.

#### 1.4. Justificación

##### 1.4.1. Justificación Social

Esta investigación se justifica de forma socialmente porque propone una solución a peligros estructurales en las edificaciones de la ciudad de estudio, mediante la mejora de las propiedades del ladrillo de concreto incorporando el material limalla. Esto será beneficioso para las personas e interesados ya que brindará una nueva alternativa de construcción a los ciudadanos de Nuevo Chimbote u otros sectores donde se requiera un ladrillo resistente, de mayor durabilidad y que ayude al medio ambiente.

##### 1.4.2. Justificación Económica

Esta investigación se justifica económicamente, ya que al realizarse un nuevo ladrillo en gran cuantía brindara oportunidad laboral a muchas personas, por tratarse de una nueva alternativa de material de construcción, que de utilizarse en la construcción de

edificaciones representaría mayor resistencia y larga duración de tiempo de vida en la estructura.

Asimismo, el material a incorporar para el nuevo ladrillo de concreto es asequible, ya que estos desperdicios de hierro se encuentran a la venta a bajo costo en la industria siderúrgica.

#### 1.4.3. Justificación Técnica

El proyecto se realizó por la necesidad de encontrar un material alternativo que permita mejorar las edificaciones en la nueva ciudad de Chimbote y así contribuir con la seguridad, durabilidad y resistencia de una edificación para que sea habitable.

#### 1.4.4. Justificación Metodológica

La presente investigación es experimental, los mismos que han sido guiados y encaminados por el método científico, ya que se creó un nuevo tipo de ladrillo de concreto incorporándole el material limalla, y se midió su resistencia mediante determinados ensayos de laboratorio.

### 1.5. Limitaciones del trabajo

#### 1.5.1. Limitación social

La emergencia sanitaria por el Covid 19 que está atravesando el Perú, genero algunos retrasos en el estudio. Dado que esto retraso la investigación por los permisos y protocolos exigentes al momento de ir a tomar la muestra de limalla.

### 1.5.2. Limitación Económica

No se encontró con alguna limitación económica, ya que es financiada la investigación por los autores.

### 1.5.3. Limitación Técnica

No se encontró con alguna limitación técnica.

### 1.5.4. Limitación Metodológica

No se contó con bibliografía exclusiva sobre el tema de investigación.

## 1.6. Hipótesis de la investigación

Si se utiliza limalla como adición porcentual en volumen del agregado preparado, entonces se obtendrá mejoras en las propiedades de los ladrillos de concreto.

# CAPÍTULO II:

## MARCO TEÓRICO

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

La limalla de acero es un residuo proveniente de industrias siderúrgicas, pertenecientes al grupo de residuos inorgánicos reciclables, encontrándose de diferentes formas y tamaños dependiendo del tipo proceso que haya llevado.

#### 2.1.1. A Nivel Internacional

Miah et al. (2020) en su investigación "The Effect of Steel Slag Coarse Aggregate on the Mechanical and Durability Performances of Concrete" tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas, así como los rendimientos de durabilidad, además, se realiza una prueba de porosidad de absorción de agua para investigar la influencia del agregado de escoria de acero en la durabilidad del concreto ensayado. La metodología empleada fue experimental y aplicada donde objetivo se realizó investigaciones experimentales sobre hormigones elaborados con porcentajes de sustitución diferenciados de árido de ladrillo de arcilla cocida de primera clase (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80 y 100%) por árido de escoria siderúrgica (SS). Los resultados han demostrado que la resistencia a la compresión mejoró significativamente debido a la sustitución del agregado de ladrillo por agregado de escoria de acero. La resistencia a la compresión del concreto fabricado con 100% árido de escoria de acero ha ganado hasta un 70% más que el concreto de control (100% árido de ladrillo). Sin embargo, la porosidad del concreto se redujo con la adición del porcentaje de agregado de ladrillo por agregado de escoria de acero, lo cual es consistente con los resultados de resistencia a la compresión. Se concluye que

hubo una concordancia bastante buena entre la resistencia a la compresión y la porosidad en concretos con esta adición, además de mejorar las propiedades.

Ahmadi et al. (2017) en su investigación "Mechanical properties of the concrete containing recycled fibers and aggregates" tuvo como objetivo evaluar el efecto de las fibras de acero recicladas sobre las propiedades mecánicas del concreto normal y del concreto con árido reciclado. Adicionalmente, se estudia el efecto de las fibras en la reducción del espesor del pavimento de concreto. La metodología empleada fue experimental y aplicada donde se evaluó a base de porcentaje de sustitución de los áridos gruesos naturales por estos áridos en 0, 50 y 100%, siendo el porcentaje de fibra 0,5 y 1% del volumen de concreto. Los resultados indican en general que el reemplazo de agregados naturales resulta en la reducción de la resistencia a la compresión del concreto, pero este valor de reducción es insignificante y su máximo es del 10%. El uso de agregados reciclados permite la infiltración de agua debido a la porosidad y mejora el curado del concreto. Adicionalmente, de acuerdo con los resultados anteriores, si la relación agua/cemento es mayor a 0.55, la resistencia a compresión del concreto con 100% de áridos reciclados es aproximadamente igual a la del concreto normal. Una comparación entre la resistencia a la compresión promedio de especímenes en diferentes cantidades de fibras muestra que agregar fibras en un 0,5 % aumenta la resistencia a la compresión hasta un 10 % en su valor más alto. Por el contrario, la adición de fibras en un 1% reduce la resistencia a la compresión en un 12% en su cantidad máxima. Se concluye que la adición de fibras de acero tiene un efecto insignificante sobre la resistencia a la compresión del concreto, de hecho, el principal factor efectivo sobre la

resistencia a compresión del concreto es la resistencia de los agregados, la resistencia de la pasta de cemento y su zona de transición interfacial.

### 2.1.2. A nivel Nacional

Arroyo (2019) en su investigación "Evaluación de propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto adicionando acero reciclado para muro de albañilería-Huarochirí-Lima, 2019" su objetivo principal era evaluar el comportamiento de los Ladrillos de Concreto con Acero Reciclado en 5%, 10% y 15% con respecto a sus propiedades tanto físicas como mecánicas para Muro de Albañilería - Huarochirí-Lima, 2019. La metodología fue aplicada, explicativa y experimental, donde se realizó el estudio a los agregados, diseños de mezcla y ensayos a compresión. Los resultados indican que el concreto patrón alcanzó una resistencia a la compresión de 231.3 kg/cm<sup>2</sup>, siendo que con 5% de adición de acero aumento a 247.03 kg/cm<sup>2</sup>, con 10% a 273.3 kg/cm<sup>2</sup> y con 15% a 283.27 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, disminuyó la compresión diagonal, con un 9.1 kg/cm<sup>2</sup> como base y obteniendo 7.8kg/cm<sup>2</sup> para 5%, 6.8 kg/cm<sup>2</sup> para 10% y 6.6 kg/cm<sup>2</sup> para 15%. En la compresión a pilas los resultados fueron variables. Se concluye que la los ladrillos sometidos al ensayo de resistencia a la compresión diagonal y axial por unidad cumple con la NTP 399 601 dando una mayor resistencia cada vez que el porcentaje de viruta es mayor, esto indica que los ladrillos cumplen la NTP y pueden ser empleados en edificaciones, con respecto al ensayo de absorción cumple con la norma técnica peruana de no pasar el 12%.

Morales & Espinoza (2019) en su investigación "Mejoramiento de las características físico mecánicas de las unidades de albañilería artesanal, ladrillos de cemento, con escoria de horno eléctrico como adición en el proceso de fabricación en nuevo Chimbote" su objetivo principal fue lograr mejorar las propiedades de los ladrillos de cemento artesanal. La metodología empleada fue de tipo experimental y aplicada donde por medio de ensayos se determinó la resistencia a la compresión de los ladrillos de cemento con adiciones de escoria en un 20% y 50%. Los resultados indican que las unidades de albañilería artesanal, ladrillos de cemento, elaborados con escoria como adición en un 20.3% aumenta la resistencia a la compresión en un 10.04%. Las unidades de albañilería artesanal, ladrillos de cemento, hechos con escoria como añadido en un 50% se incrementa la resistencia a la compresión en un 165.5%. La conclusión indica que en la actualidad los ladrillos se fabrican como unidades huecas de clase I según la Norma Técnica E.070. Las características físicas de los ladrillos se forman a raíz de la manera en que se fabrican o a las que fueron sometidas.

Zavala (2018) en su investigación "Análisis de la resistencia a compresión de un concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  adicionando limalla de acero reciclado respecto al peso del cemento, Lima 2018" tuvo como objetivo determinar la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto con adición de limalla de acero. La metodología empleada fue aplicada y experimental donde se adicionó el 3%, 5% y 7% de limalla de acero en el proceso de elaboración de ladrillos de concreto. Los resultados indican que el concreto con adición de limalla de acero en un 5% el cemento obtuvo un aumento de resistencia de 20.48% a los 7 días de fraguado, a los 14 días en un concreto con adición de 5% de

limalla de acero reciclado aumentó esta propiedad en 13.10% con respecto al concreto base, por último, 8.59% fue el aumento de la resistencia del concreto con adición de acero reciclado respecto al del concreto patrón siendo este el mayor resultado obtenido. Se concluye que la dosificación de 5 % es el porcentaje óptimo de adición a los ladrillos de concreto para obtener mejor resistencia a la compresión.

## 2.2. Base teórica:

### 2.2.1. Albañilería

Se define como aquel conjunto de unidades que se elaboran y se adhieren entre si con empleo de materiales como morteros, concretos, entre otros. Estas unidades pueden tener dos orígenes, tanto natural como artificial; los naturales como piedras y los artificiales en base de adobe, arcilla o concreto. Este sistema fue creado a causa de la necesidad de albergarse en un lugar (San Bartolomé, 2001, p.02).

Mampostería o albañilería, se define como un material estructural que se basa en "unidades de mampostería colocadas con materiales adherentes o" unidades de mampostería "apiladas, en cuyo caso se combinan con aplicación de concreto (RNE, 2006, p.407).

La mampostería comprende una estructura compuesta y tradicionalmente a base de unidades de asiento de mortero. Por lo tanto, con el empleo de adherentes se puede asegurar la unión de estas. (Gallegos, Casabonne, 2005, p.19).

### 2.2.2. Clasificación

Por La Función Estructural

Se clasifica por muros portantes y no portantes

✓ Muros Portantes

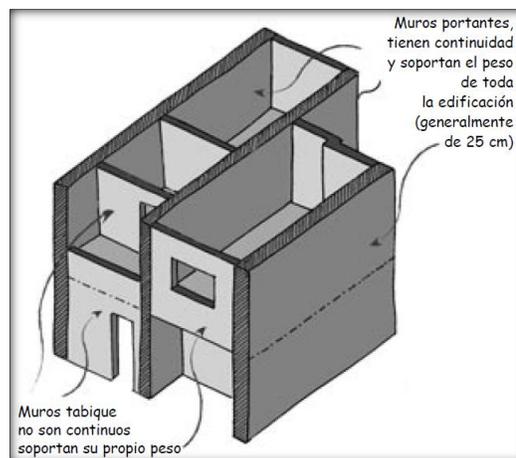
Estructuras que se elaboran como un recurso para soporte estructural. Cuya característica es permanecer como un conjunto ante toda clase de esfuerzo. Como toda parte estructural de una edificación, esta estructura soporta y transmite las cargas a las cuales está expuesta hacia la base de la edificación como lo son las cimentaciones (Bazán J. 2005, p.11).

✓ Muros No Portantes 0 Tabiques

Estas estructuras no tienen función de soporte, por las cuales no son diseñadas para recibir cargas, puesto que su utilidad radica en hacer divisiones para los ambientes destinados (Bazán J. 2005, p.11).

#### Figura 01.

*Muros portantes y no portantes en una vivienda*



**Fuente:** Bazán J. (2005), *Muros de albañilería confinada*, p.11.

Por la Distribución de Refuerzo

Se clasifican en:

- ✓ Muros Reforzados o Albañilería Armada

**Muros de albañilería armada (muro armado):** Es un muro utilizado como elemento estructural. Se ven afectados por varias fuerzas. El muro estructural se encarga de transferir las cargas de la edificación hacia los cimientos. (Bazán J.2005, p. 11).

**Muros de albañilería confinada (muro confinado):** Este tipo de albañilería es aquella directamente relacionada con el concreto armado, que se caracteriza por ocupar distancias entre columnas no mayores a dos veces la altura. (San Bartolomé, Quiun, Silva,2011, p.13).

**Muro de albañilería de junta seca:** Definido así a aquellos que necesitan juntas verticales u horizontales en base de mortero (San Bartolomé, Quiun, Silva,2011, p.12).

**Muro laminar("sándwich"):** Denominado aquel muro en base a una placa delgada cuyo espesor se encuentra entre una a cuatro pulgadas; para estos muros se utiliza mallas de acero y concreto (San Bartolomé, Quiun, Silva,2011, p.07).

### **Muros No Reforzados o Albañilería Simple**

Se define a aquellos que no están reforzados, y estos muros reforzados no cumplen con los requisitos mínimos legales que debe tener todo muro reforzado. Según el RNE, E.070, esta clase de construcción no debería utilizarse, debido a su fragilidad frente a terremotos. (San Bartolomé, Quiun, Silva,2011, p.12).

### 2.2.3. Componentes de la Albañilería

Los componentes de la albañilería son comúnmente a base de unidades de arcilla o concreto, un material adherente que las une, ya sea mortero, concreto, lechada, etc, que cuyo proceso o especificaciones definen las propiedades que debe tener.

Como complemento al sistema, por ejemplo: hormigón, acero y lechada o hormigón líquido, en este levantamiento solo se definirán las características de las unidades de mampostería, mortero y mampostería simple.

### 2.2.4. Unidades de Albañilería

Hay ladrillos de arcilla, concreto y silico calcáreos. La unidad de albañilería podría ser sólida, hueca o tubular. Para ser considerados firmes la zona sin huecos debería ser más grande al 75% del área bruta geométrica. La resistencia mínima en del esfuerzo en compresión de las unidades debería ser por lo menos 50 kgf/cm<sup>2</sup>. (CISMID/FIC/UNI,2004, p.07).

Las unidades utilizadas en la estructura de mampostería son diferentes, por lo que es necesario clasificarlas según sus principales características. Se clasifican por su dimensión, materias primas y fabricación, huecos y alvéolos. (San Bartolomé, Quiun, Silva, 2011, p. 32).

### 2.2.5. Clasificación de las unidades de albañilería:

#### Clasificación por sus Dimensiones

Se clasifican en:

**Bloques:** se denominan bloques, una vez que por su peso y más grandes magnitudes se tienen que utilizar las dos manos. Se usan en las construcciones de albañilería armada y para la situación de los bloques de concreto vibrado, las magnitudes usuales son: 14 ó 19 centímetros de espesor, 31 ó 39 cm de longitud y 19 centímetros de elevación, el peso puede variar entre 12 a 20kg. (San Bartolomé, Quiun, Silva,2011, p.32).

**Ladrillos:** Dichos tienen la posibilidad de ser manipulados y asentados con una mano, se utilizan en la creación de la albañilería confinada y sus magnitudes habituales son: ancho 11 a 14 centímetros, extenso 23 a 29 centímetros, elevación 6 a 9 centímetros, su peso oscila entre 3 a 6 kilogramo. (San Bartolomé, Quiun, Silva,2011, p.32).

#### **Clasificación por su Materia Prima y Fabricación**

Por su materia prima, las unidades de albañilería son fundamentalmente hechos de arcilla (o unidades cerámicas), de sílice-cal (o unidades silico-calcareas) y de concreto.

Por su fabricación o elaboración, las unidades tienen la posibilidad de ser artesanales o industriales. Los que admiten los dos tipos de fabricación son las unidades de arcilla y concreto, mientras tanto, las unidades Silico-calcareas son solo de fabricación industrial. (San Bartolomé, Quiun, Silva,2011, p.33).

Unidades de Concreto: el concreto de estas unidades, sean bloques o ladrillos de construcción artesanal o industrial, es una mezcla de cemento, arena y confitillo (piedra chancada de  $\frac{1}{4}$ "'). dependiendo de la dosificación, es viable conseguir diversas resistencias a la compresión, lo que posibilita obtener unidades poco resistentes para inmuebles bajos, y unidades más resistentes, para inmuebles elevados. La mezcla de ser de consistencia seca (revenimiento del orden 1"), para desmoldar inmediatamente las unidades sin que se desmorone. (San Bartolomé, Quiun, Silva,2011, p.40).

### **Clasificación Por Sus Huecos Y Alveolos**

Unidades sólidas y huecas:

**Albañilería sólida(maciza);** albañilería sólida(maciza); una unidad de mampostería cuya área de parte transversal es igual o superior al 70% del área total en el mismo plano en cualquier plano paralelo al área de asientos.

**Albañilería hueca;** Unidad de Albañilería cuya parte transversal en cualquier plano paralelo a el área de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano. (RNE,2006, p.407).

Unidades Alveolares: Unidad de Albañilería Sólida o Hueca con alvéolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical, Se utiliza en estructuras de albañilería armada. (RNE,2006, p.407).

Unidades Tubulares: Son las que poseen perforaciones dispuestas en paralelo a el área de asiento, en esta clase se ordenan los ladrillos pandereta, se usa en muros no portantes. (san Bartolomé, Quiun, Silva,2011, p.50).

## Clasificación para fines Estructurales

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería van a tener las propiedades indicadas.

**Tabla 01**

*clase de unidad de albañilería para fines estructurales.*

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION			ALABEO (Máximo en mm)	RESISTENCIA A COMPRESION f' b mínimo en Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta.
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Mas de 150 mm		
<b>Ladillo I</b>	±8	±6	±4	10	4.9 (50)
<b>Ladillo II</b>	±7	±6	±4	8	6.9 (70)
<b>Ladillo III</b>	±5	±4	±3	6	9.3 (95)
<b>Ladillo IV</b>	±4	±3	±2	4	12.7 (130)
<b>Ladillo V</b>	±3	±2	±1	2	17.6 (180)
<b>Bloque P (1)</b>	±4	±3	±2	4	4.9 (50)
<b>Bloque NP (2)</b>	±7	±6	±4	8	2.0 (20)

**Fuente:** *Reglamento Nacional De Edificaciones, E 070. (2006)*

### 2.2.6. Propiedades Físicas y Mecánicas de las unidades de albañilería

Conocer las características de las unidades es necesario, prácticamente para tener una iniciativa sobre la resistencia de la albañilería, así como de su durabilidad frente a la intemperie. No obstante, no se puede asegurar que la mejor unidad proporcione precisamente la mejor albañilería. (San Bartolomé, Quiun, Silva, 2011, p.51).

Características Físicas: que tiene que ver con la resistencia de la albañilería van a ser:

Resistencia a la Compresión.

A la Tracción medida como tracción por flexión.

Variabilidad dimensional

Alabeos

Succión

Características mecánicas: que tiene que ver con la durabilidad de la albañilería van a ser:

Resistencia a la Compresión.

Densidad

Absorción.

Coefficiente de Saturación

#### 2.2.7. Pruebas de las Unidades De Albañilería

Para conocer las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto se necesita hacer los ensayos que instituye la NTP 399.604, 2002: Procedimientos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

Muestreo: El muestreo va a ser efectuado caminando de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 000 una cantidad enorme de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de alteración dimensional y de alabeo. 5 de estas unidades se ensayarán a compresión y las demás 5 absorciones.

(RNE,2006, p.409)

Las pruebas clasificatorias:

- a. Variación de las dimensiones o variación dimensional.

Para la obtención de la variación dimensional se debería medir cada una de las magnitudes de las unidades de albañilería con una regla de acero graduada en divisiones de 1.0 mm. (NTP 399.604, 2002, p.03). La NTP 399.604, 2002, manda que se debería medir 3 unidades completas. Para cada unidad, se medirá y se registrará, el extenso (L), ancho (A) y elevación (H). Se toma como dimensión Promedio (DP) la longitud promedio captada en la parte media de las 4 caras de la unidad, usando la siguiente fórmula:

$$DP = \frac{D1+D2+D3+D4}{4} \dots\dots\dots(1)$$

**Ecuación 01. Variación Dimensional**

Donde:

DP = Dimensión Promedio (mm).

D1, D2, D3, D4 = Magnitudes medidas en la parte media de cada cara (mm).

De consenso con la NTP 399.604, 2002, la alteración dimensional esta expresada en porcentaje, según la siguiente fórmula:

$$V\% = \left( \frac{DE-DP}{DE} \right) * 100 \dots\dots\dots(2)$$

**Ecuación 02. Variación Porcentual**

Donde:

V% = Variación Dimensional (%).

DE = Dimensión especificada por el fabricante (mm).

DP = Dimensión promedio (mm).

b. Alabeo

Para decidir el alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en la Regla NTP 399.613. (RNE,2006, p.409). Esta prueba se hace colocando el sector de asiento de la unidad sobre una mesa plana para luego introducir una cuña metálica graduada al milímetro en la zona más alabeada; además debe colocarse una regla que conecte los extremos diagonalmente opuestos de la unidad, para después introducir la cuña en el punto de más enorme deflexión. El resultado promedio se expresa en milímetros. (san Bartolomé, Quiun, Silva,2011, p.53).

c. Resistencia a la compresión ( $F^b$ )

para encontrar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, según lo indicado en las Regla NTP 399.613 y 339.604. (RNE,2006, p.409). Los especímenes para medir la resistencia a la compresión son unidades secas, sobre cuyas zonas de asiento se localiza un capping de yeso (si la unidad tiene mucho alabeo, debería posicionarse un capping de cemento). Después se aplica la carga axial a una rapidez de movimiento entre los cabezales de la máquina de ensayos de 1.25mm/min en todo caso, se controla la rapidez de carga de forma que llegue a la rotura en 3 ó 5 min. La resistencia unitaria se expresa como el valor de la carga de rotura dividida entre el área bruta para toda clase de unidad, así sea solida o hueca. (san Bartolomé, Quiun, Silva,2011, p.53).

Las pruebas no clasificatorias:

a. Succión, Absorción, Absorción máxima, Coeficiente de saturación, Densidad.

- **Succión:** Es el tamaño de la velocidad del agua a adherirse a la unidad en la cara de asiento y es la característica necesaria para conceptualizar la interacción de mortero-unidad en la interfase de contacto y por consiguiente la resistencia a la tracción de la albañilería.

Pues una vez que la unidad tiene demasiada succión, al poner el mortero esta absorbe el agua de él realizando que se deforme y se endurezca lo cual impide el contacto total con la siguiente unidad.

$$Succión = \left( \frac{P_{su} - P_{se}}{A} \right) * 200 \dots \dots \dots (3)$$

**Ecuación 03. Succión**

Donde:

P<sub>su</sub>: peso de unidad en succión

P<sub>se</sub>: peso de unidad en seco

A: área de contacto de la unidad

- **Absorción, Absorción máxima:** Absorción, Absorción máxima: Se mide la absorción (A) de la unidad sumergida en agua gélida a lo largo de 24 horas (P<sub>3</sub>), la absorción máxima (A<sub>m</sub>) de la unidad correspondiente al hervido
- **Coefficiente de saturación:** El coeficiente de saturación (CS) es una medida de la durabilidad de la unidad, estando determinado por la relación entre la absorción y la absorción máxima. Sin embargo, la unidad con CS más grandes que 0.85 son bastante absorbentes (muy porosas) y, por consiguiente, poco durables.

- **Densidad:** La densidad (D) está relacionada directamente con la resistencia a la compresión, a mayor densidad mejores propiedades de resistencia y de perfección geométrica y será el resultado del peso seco de la unidad entre el volumen de la misma.

Estos ensayos se realizan con unidades provenientes del ensayo de alabeo y variación dimensional. Registrando los siguientes pesos (en gramos) en el orden mostrado:

Po = peso en estado natural

P1 = peso de la unidad secada en un horno a 110°C, por 24 horas.

P2 = peso de la unidad, después de haber sido sumergida su cara de asiento una elevación de 3mm en una cinta de agua, a lo largo de 1 minuto.

P3 = peso de la unidad saturada luego de haber estado 24 horas en una posa se agua.

P4 = peso de la unidad plenamente saturada, después de haber estado 5 horas en agua en ebullición.

P5 = peso de la unidad sumergida plenamente en agua gélida.

Luego se calculan los valores alcanzados por cada una de las características mediante las fórmulas siguientes:

$$\text{Humedad natural} = H_n (\%) = 100((P_o - P_1) / P_1)$$

$$\text{Absorción} = A (\%) = 100((P_3 - P_1) / P_1)$$

$$\text{Absorción máxima} = A_m (\%) = 100((P_4 - P_1) / P_1)$$

$$\text{Coeficiente de saturación} = CS = A / A_m$$

Succión (gr/200 cm<sup>2</sup>-min) = 200(P2-P1) /Área de la cara de asiento

Volumen (cm<sup>3</sup>): V = P4-P5... Peso Específico del agua = 1gr/cm<sup>2</sup>

Área Neta = An = V/h                      ... h = altura promedio

Densidad = D (gr/cm<sup>3</sup>) = P1/V (san Bartolomé, Quiun, Silva,2011, p.55).

b. Resistencia a tracción por flexión, o módulo de disolución

Al igual que la resistencia a la compresión, la resistencia por flexión  $f't$ , solo constituye una medida de calidad de la unidad. Su evaluación tendrá que desarrollarse una vez que se encuentre en la incertidumbre de usar unidades de la misma clase, empero provenientes de fábricas diversas, o una vez que se tenga un elevado alabeo que logre conducir a la unidad a una falla de tracción por flexión a lo largo del asentado.

La técnica del ensayo se basa en controlar la unidad a la acción de una carga concentrada creciente, a una rapidez de movimiento de los cabezales de la máquina de ensayo de 1.25mm/min; después se calcula  $f't$ , por medio de la aplicación de la fórmula de flexión simple de resistencia de materiales. (san Bartolomé, Quiun, Silva,2011, p.56).

Formula:

$$f't = \frac{3PL}{2bh^2} \dots\dots\dots(4)$$

**Ecuación 04.** Resistencia a tracción por flexión

Dónde:

P = Carga aplicada

L = Longitud entre apoyos inferiores

b = Ancho de la unidad

h = Altura

c. Eflorescencia

La floración se debe a la presencia de sal (básicamente sulfato) en la arena del propio mueble o del mortero, cuando la sal entra en contacto con el agua se derrite y asoma a la superficie por los orificios del mueble o mortero. Para medirlo se tomó una muestra de 10 unidades y se dividió en dos grupos, cada grupo se colocó en una bandeja (una unidad cada 5 cm), y la altura del agua de la misma bandeja fue de 25 mm. Esta operación se realiza en una sala de humedad controlada (30% a 70% de humedad) sin ventilación. Después de 7 días, las partes se secaron en un horno a 110 ° C durante 24 horas y luego se enfriaron a temperatura ambiente. Finalmente, se puede entender la diferencia de color entre el vértice y el área central de la celda. De acuerdo con la aparición de manchas blancas, la unidad se divide en "floración", "ligeramente degradada" o "no degradada". (San Bartolomé, Quiun, Silva, 2011, p. 57).

Uso Estructural de las Unidades De Albañilería

Desde un punto de vista estructural, el uso de la norma técnica E.070 también restringe el uso de estas unidades (ver Tabla 02). Sin embargo, si el ingeniero civil prueba el

contenido especificado por otros medios y está respaldado por el informe y la memoria de cálculo correspondientes, es posible que ya no se cumplan estas restricciones. (San Bartolomé, Quiun, Silva, 2011, p. 57).

El uso o aplicación de unidades de mampostería estará sujeto a las restricciones indicadas en la Tabla 2. La zona sísmica es el área indicada en la resistencia sísmica del diseño NTE E.030. (RNE, 2006, p. 408).

## Tabla 02

*Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.*

<b>LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES</b>			
<b>TIPO</b>	<b>ZONA SISMICA 2 Y 3</b>		<b>ZONA SISMICA 1</b>
	Muro portante en edificios de 4 pisos a mas	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
<b>Solido Artesanal®</b>	No	Si, hasta 2 pisos	Si
<b>solido Industrial</b>	Si	Si	Si
<b>Alveolar</b>	Si Celdas totalmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout
<b>Hueca</b>	No	No	Si
<b>Tubular</b>	No	No	Si, hasta 2 pisos

**Fuente:** *Reglamento Nacional De Edificaciones, E 070. (2006)*

### 2.2.8. Aceptación de las Unidades

La superficie de asiento del asiento de clase P es de 25 mm y la superficie de asiento del asiento de clase NP es de 12 mm.

No habrá cuerpos extraños sobre o dentro de la unidad de mampostería, como guijarros, conchas o nódulos calcáreos.

La unidad de mampostería de arcilla estará bien cocida, con color uniforme y sin vitrificación. Una vez que se golpea con un martillo u objeto parecido, se producirá un ruido metálico.

La unidad de mampostería no tendrá grietas, grietas, huecos, grietas u otros defectos similares que reducirían su durabilidad o resistencia.

La unidad de mampostería no se pondrá blanca ni tendrá rayas de salubridad u otras fuentes. (RNE, 2006, p. 409).

#### 2.2.9. Fabricación artesanal de las unidades de concreto en nuevo Chimbote.

En nuevo Chimbote existen varias ladrilleras artesanales, tanto formales e informales los cuales abastecen a las ferreterías y a los usuarios directos que son los pobladores de nuevo Chimbote.

En esta investigación se tomará como estudio a la asociación de ladrilleros de san Luis que son 20 socios en promedio, producen de 500 – 800 ladrillos al día cada uno, ladrillo macizo (King Kong), y alguna pandereta.

## 2.2.10. Elaboración de unidades de albañilería:

### Materiales

#### Cemento:

El cemento que utilizan es de tipo I. en algunos casos a pedido del cliente pueden variar el tipo de cemento o la marca.

#### Agregado:

Los agregados son comprados de los volqueteros que van a ofrecer en el mismo lugar donde producen los ladrillos. En otros casos el dueño compra de la misma cantera. Las canteras más conocidas son: Huacra, shero y San Pedrito.



**Figura 02.** *Arena gruesa*

**Fuente:** *elaboración propia (2021)*



**Figura 03.** Arena gruesa y confitillo

**Fuente:** elaboración propia (2021)

Agua:

El agua que utilizan es comprando de las cisternas que es agua potable, luego son almacenadas en pozos hechos artificialmente de concreto simple (pateras).



**Figura 04.** Agua almacenada en patera.

**Fuente:** Elaboración propia (2021)

---

## **Dosificación**

La dosificación es el término que define la proporción de los materiales que utilizan para la elaboración de las unidades.

Según la información de los productores la dosificación que utilizan es de dos tipos:

Comercial: Su dosificación es  $1/12 + 120$  lts de agua, se utiliza 3 carretillas y medio de arena gruesa, 1 carretilla de confitillo, media carretilla de arena fina (material ligante), por 1 bolsa de cemento. Obteniendo un promedio de 250 unidades de ladrillo.

Especial: Su dosificación es  $1/9 + 90$  lts de agua, se utiliza 2 carretilla y media de arena, media carretilla de confitillo, un cuarto de carretilla de arena fina (material ligante), por 1 bolsa de cemento. Obteniendo un promedio de 160 unidades de ladrillo.

## **Proceso de Fabricación**

El proceso de fabricación artesanal de ladrillos de concreto en nuestra localidad es similar en todas las ladrilleras, proceso que cuenta con 6 fases o etapas propias de la fabricación de ladrillos King-Kong, fases que detallamos a continuación.

- ✓ Preparación del Agregado: para los ladrillos macizos a la arena gruesa solo se escogen las piedras grandes y se empieza a medir con buggies, luego se agrega el confitillo y por último el material ligante (arena fina), todo esto de acuerdo a su dosificación. Después empieza a mezclar los tres componentes y lo humedecen. esta preparación lo hacen un día antes de la elaboración de ladrillos.



**Figura 05.** *Cuantificación de Agregados*

**Fuente:** *Elaboración propia (2021)*



**Figura 06.** *Preparación de agregados*

**Fuente:** *Elaboración propia (2021)*

- ✓ Preparación De La Mezcla: se hecha el cemento al agregado que se dejó preparado un día antes y se empieza a mezclar con palana, pasando de un lugar a otro, dos vueltas en seco, luego se hace un hoyo al centro y se agrega agua la cantidad necesaria

de acuerdo a su proporción después que haya absorbido el agua, me mezcla igual que en seco dando dos vueltas más o hasta obtener la mezcla homogénea.



**Figura 07.** *Mezclado de los componentes del ladrillo en seco*

**Fuente:** *Elaboración propia (2021)*



**Figura 08.** *Mezclado de los componentes del ladrillo en húmedo.*

**Fuente:** *Elaboración propia (2021)*

- ✓ Moldeado de Ladrillo: Cuando la mezcla ya está uniforme, se procede a echar con una palana al molde metálico, con capacidad para dos unidades, después se chanca con una comba de 6 lb una cuña para obtener la compactación y la forma del ladrillo,

golpear hasta que la cuña quede en la superficie superior uniforme, esto debe hacerse solo dos a tres golpes.



**Figura 09.** *Moldeado de las unidades*

**Fuente:** *Elaboración propia (2021)*



**Figura 10.** *Se observa el concreto en el molde.*

**Fuente:** *Elaboración propia (2021)*

- ✓ **Tendido:** el tendido se realiza después del correcto moldeado, se lleva de canto todo el molde lo más rápido posible y se coloca en el suelo que este bien nivelado o en otros casos el suelo hecho con solados con una capa de arena fina.



**Figura 11.** *Tendido de los ladrillos*

**Fuente:** *Elaboración propia (2021)*

- ✓ Curado: el curado se realiza después de dos a tres horas del tendido, durante 4 días, para garantizar la resistencia adecuada. Se hecha con baldes tratando de mojar toda el área del ladrillo.



**Figura 12.** *Curado de los ladrillos*

**Fuente:** *elaboración propia (2021)*

- ✓ Almacenamiento: luego del correcto curado se deja secar por un día más para proceder a colocar en rumas de canto cada una de 125 ladrillos, tratando de no golpearlas.



**Figura 13.** Almacenamiento de los ladrillos

**Fuente:** elaboración propia (2021)

#### 2.2.11. Mortero

Es un adhesivo que se usa para pegar las unidades de albañilería entre sí, a lo largo del asentado. Su funcionalidad es actuar como un adhesivo siendo su propiedad de mayor relevancia. (Avanto.F., 1997, pag.49)

A más grande adhesividad más grande va a ser la resistencia a la tracción del muro de albañilería.

La porción idónea de agua de amasado de las mezclas para asentado de ladrillos es aquella que garantiza la efectividad adherencia entre el mortero y las unidades de albañilería, y a la vez, confiera al mortero la elemental trabajabilidad. (Avanto.F., 1997, pag.49).

Para conseguir una incorporación óptima se necesita que:

La arena este limpia, independiente de materia orgánica y que cumpla la siguiente granulometría. (Avanto.F., 1997, pag.50).

### Tabla 03

cuadro de porcentajes que pasa

Malla	% que pasa
N° 4	100
N° 8	95-100
N° 100	25 mínimo
N° 200	10 mínimo

Fuente: Avanto. F., (1997), pag.50

Se utilice una unidad de albañilería de fabricación industrial y se humedezca antes de ser asentada; para evitar una succión excesiva. (Avanto.F., 1997, pag.50).

El agua debería ser bebible, limpia, independiente de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica. (Avanto.F., 1997, pag.50).

### Componentes

#### a. Arena

Las arenas permanecen compuestas por granos de diferentes tamaños. En varias se destaca solo un tamaño, otras permanecen formadas por granos de diferentes tamaños, en esta situación se les nombra "bien graduadas". Las arenas bien graduadas poseen en su masa un mínimo de vacíos, característica que influye favorablemente. La Regla Técnica de Construcciones E-070 Albañilería incluye la granulometría aconsejable para morteros. (Zúñiga.J, 2001, pag.104).

Para su empleo en morteros, la arena no debe contener elementos nocivos, tales como micas, carbón, cenizas, sales o exceso de arcilla. Puede tolerarse hasta uno por ciento en peso, de contenido en arcilla; sin embargo, si los granos están recubiertos por películas de arcilla o barro, la arena es inaprovechable a no ser que sea sometida a previo lavado. Las arenas contaminadas son sustancias orgánicas son los más terribles;

lamentablemente, en algunas ocasiones la contaminación no es reconocible a simple vista. (Zúñiga.J, 2001, pag.105).

b. El agua de amasado

El agua potable puede ser utilizada sin ningún reparo en los morteros. Si este no es el caso, cual agua proveniente de ríos estanques, pozos etc., necesariamente debe ser analizada para evaluar su eventual empleo. Si del estudio se comprueba que no tiene sustancias perjudiciales proviene su aceptación. De una ligera turbiedad del agua no pude inferirse de forma categórica su rechazo sin ser analizada. Definitivamente, el agua de procesos industriales o químicos no es apropiada para su empleo en morteros: debe desecharse. (Zúñiga.J, 2001, pag.105).

### Proporciones

Las proporciones en volumen a usar, conforme con el reglamento nacional de edificaciones, E-070 de albañilería son:

a) Cuando se emplea solo cemento Portland tipo I

**Tabla 04**

*Tipo de Mortero*

<b>Tipo</b>	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>
<b>P1</b>	1	4
<b>P2</b>	1	5
<b>NP (*)</b>	1	6

**Fuente:** *Reglamento Nacional De Edificaciones, E 070. (2006)*

- b) Cuando se emplea cemento Portland tipo I + cal hidratada normalizada.

**Tabla 05**

*Tipo de Mortero*

<b>Tipo</b>	<b>Cemento</b>	<b>Cal</b>	<b>Arena</b>
<b>P1 – C</b>	1	1	4
<b>P2 – C</b>	1	1	5
<b>NP – C (* )</b>	1	1	6

**Fuente:** *Reglamento Nacional De Edificaciones, E 070. (2006)*

## 2.2.12. Propiedades de la Albañilería Simple

### **Modelaje, Especímenes y Ensayos**

Las resistencias de la albañilería a la compresión, tracción y corte, define el comportamiento estructural de los diferentes elementos de albañilería ante la acción de solicitaciones reales (cargas gravitacionales, sismo y viento). El comportamiento de los especímenes, cuando se somete a ensayo, es el producto de la acción heterogénea de los componentes de la albañilería (unidad, mortero o líquido), imitando o modelando la reacción cuando es sometido a cargas iguales a las del ensayo. El modelaje es complicado, por las características anisotrópicas de la albañilería y porque en la práctica, las cargas no se presentan, como en el ensayo, aislada de efectos de borde y otras interacciones (GALLEGOS & CASABONNE, 2005).

En el ensayo de especímenes se debe escoger determinadas orientaciones preferentes para la carga, en general son las siguientes:

- Para ensayos de comprensión se aplica carga coplanar perpendicular a la hilada. Esta orientación es prioritaria, pues corresponde a la acción gravitacional en muros horizontales, que son los predominantes. El valor obtenido es útil para analizar el comportamiento de muros de corte ante la acción conjunta de las cargas de gravedad y las acciones sísmicas, situación en las que se presentan elevados esfuerzos de comprensión, especialmente verticales, en los talones comprimidos.
- La tracción coplanar se genera en los ensayos aplicando fuerzas de corte, para producir tracciones indirectas. Ello suele hacerse tomando tres ángulos con relación a la hilada:  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  y  $90^\circ$ . Estos datos posibilitan, la interpolación entre los valores medios, la determinación de la resistencia en cualquier dirección intermedia. Todo ello define el comportamiento del muro de albañilería hasta el nivel de agrietamiento para combinaciones de cargas gravitacionales y horizontales coplanares, originadas por sismo o viento.
- Para evaluar la resistencia al corte se utiliza el ensayo de cizalle en la junta horizontal del mortero. Esta junta, sometida al mismo tiempo de corte en su plano y comprensión vertical, puede ser el plano de falla de muros de albañilería simple y albañilería confinada.
- La determinación de características del espécimen, tipo, procedimiento y evaluación del ensayo es de considerable importancia, pues debe conducir a ensayos repetibles, económicos e interpretables.

---

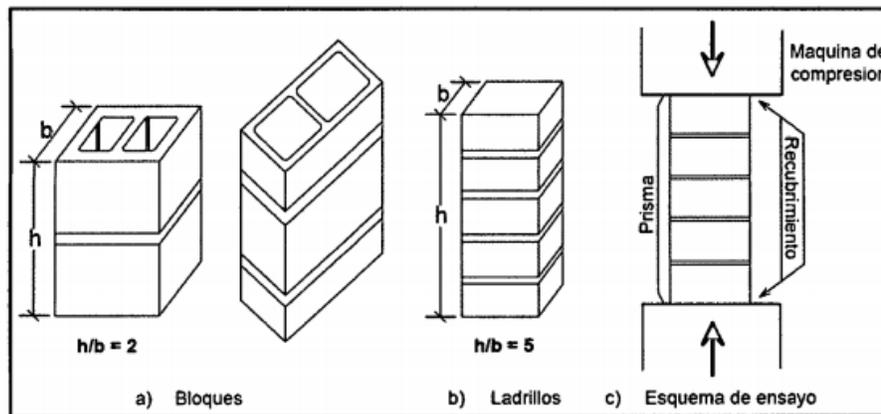
## **Naturaleza de la Albañilería y Criterios de Falla**

La albañilería es un material compuesto, heterogéneo y anisotrópico, en el que los planos de debilidad coinciden con las juntas verticales y horizontales y en el que se integran, en un comportamiento único, materiales con características distintas. Las juntas horizontales, debido a su naturaleza continua, dividen a la albañilería en capas (hiladas), dando la apariencia de un material compuesto laminado.

La elaboración de criterios de fallas, en cargas coplanares, debe contemplar los posibles modos de falla en tracción y en corte por cizalle a lo largo de las juntas horizontales y verticales; en este último caso, debe tener en cuenta el efecto de las compresiones perpendiculares a la junta. Además, es necesario que se considere los efectos de tracción transversal generados por las diferencias en las características elásticas de los materiales componentes. La descripción cuantitativa de la falla en albañilería no puede basarse en un único criterio general, sino en los diversos modos en que esta puede ocurrir en un material compuesto (GALLEGOS & CASABONNE, 2005}.

### a. Ensayo de Prismas (Pilas)

El espécimen para determinar la resistencia a la compresión de la albañilería está estandarizado, y consiste en un prisma de unidades asentadas una sobre otra {Ilustración 30.}, Los prismas se llenan con concreto: líquido (unidades huecas), asentadas o apiladas (unidades sólidas), (GALLEGOS & CASABONNE, 2005)



**Figura 14.** Ilustración, ensayo de compresión de pilas

**Fuente:** Gallegos & Casabonne (2005), *Diseño de estructuras sismorresistentes*, p. 25.

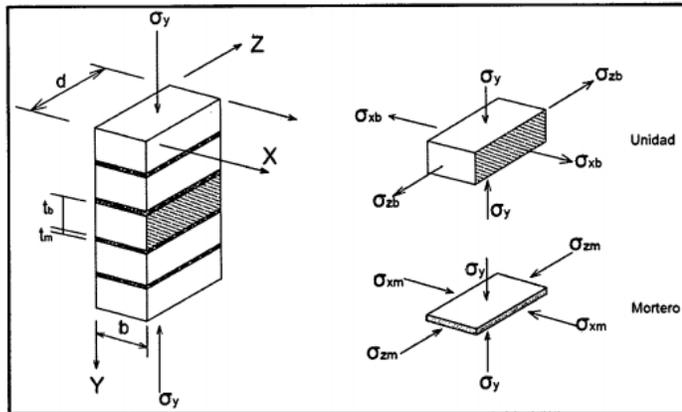
La esbeltez y la altura mínima de los prismas dependen si la albañilería es de ladrillos o de bloques. En el caso de los prismas de ladrillos la relación alto -ancho del prisma estará entre 2 y 5, y el alto no será menor de 30 cm. En el caso de las pilas de bloques, la esbeltez estará entre 1.3 y 5, y el alto no será menor de 30 cm, (GALLEGOS & CASABONNE, 2005).

La Norma E - 070 de albañilería, señala que la resistencia de la albañilería a compresión axial ( $f_m$ ) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre. Los prismas serán elaborados en obra, utilizando el mismo contenido de humedad de las unidades de albañilería, la misma consistencia del mortero, el mismo espesor de juntas y la misma calidad de la mano de obra que se empleará en la construcción definitiva (NTP E-070, 2006). La resistencia característica ( $f_m$ ) en pilas, se obtendrá como el

valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar (NTP E-070, 2006).

San Bartolomé, A. 1994. Describe que las pilas fallan principalmente por tracción ortogonal a la compresión aplicada (grieta vertical); esto se debe a que el mortero trata de expandirse lateralmente en mayor proporción que la unidad y puesto que debe existir compatibilidad de deformación entre ambos elementos, el mortero trabajará a compresión y la unidad a tracción lateral. Otro tipo de falla en las pilas es por aplastamiento (de la unidad o del mortero), producida cuando se emplean materiales de baja resistencia. Gallegos, H. y Casabonne, C. 2005. Concluyen que la expansión lateral libre del mortero, asumiendo módulos de Poisson de valor similar para ladrillo y el mortero, será mucho mayor para este último. Debido a que, en el prisma, y en un muro real de albañilería, el ladrillo y el mortero deben deformarse lo mismo lateralmente, a causa, sobre todo, de la fricción entre ambos materiales, la expansión lateral del mortero estará restringida por el ladrillo por el efecto de la adherencia. Por lo tanto, el mortero, en el prisma cargado, está sometido a compresión triaxial, y el ladrillo a una combinación de compresión axial y tracción biaxial. En los muros reales, los ladrillos no están asentados uno encima del otro, sino con algún tipo de amarre. Las alturas y las esbelteces son bastante mayores que las de los prismas. Sin embargo, si no ocurren fallas previas, por inestabilidad elástica o por excentricidad de la carga,

la forma de la falla del muro es semejante a la del prisma. Esto significa que en los muros ocurren agrietamientos de tracción transversal.



**Figura 15.** Esfuerzo en el ladrillo y mortero, por efecto de la carga unitaria axial

**Fuente:** Gallegos & Casabonne (2005), *Diseño de estructuras sismorresistentes*

El valor  $f'm$  se calcula contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 08.

**Tabla 06**

*Factores de corrección de  $f'm$  por esbeltez*

Esbeltez	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00
Factor	0.73	0.80	0.90	0-95	0-98	1-00

**Fuente:** *Reglamento Nacional De Edificaciones, E 070. (2006)*

#### b. Ensayo de Muretes

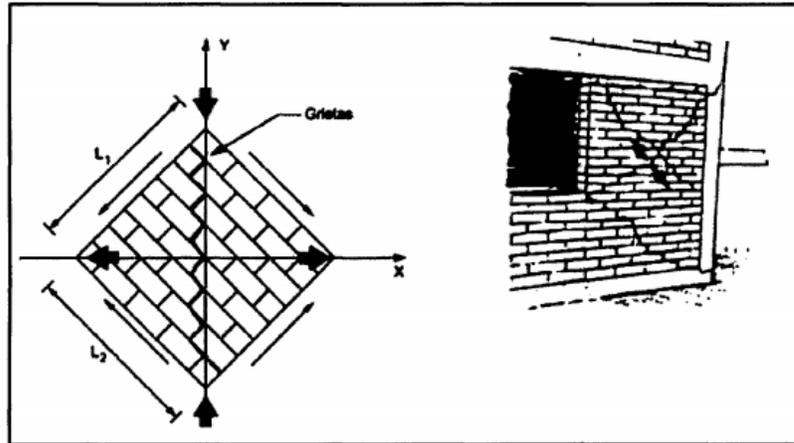
El testigo estándar es un murete cuadrado cuyo lado nominal debe medir 1 :20 m. debe ser de albañilería cuyas características se requiere determinar y del espesor del muro investigado. En muchas 'investigaciones se han ensayo especímenes de menor dimensión, esto es posible siempre y cuando se calibren los resultados, ya que:

---

producen mayores resultados para la misma albañilería (GALLEGOS & CASA'BONNE, 2005).

El ensayo consiste, en cargar diagonalmente el murete con una caiga de comprensión creciente y a un ritmo controlado hasta la rotura.

El dispositivo de transferencia de la carga del espécimen produce concentración de esfuerzos y debe transferir la carga uniformemente a las superficies de contacto de la albañilería para evitar fallas localizadas. El ensayo más utilizado para determinar la resistencia al corte o resistencia a la tracción diagonal es, el de corte o comprensión diagonal, fallando en forma escalonada a través de las juntas, o cortando las unidades, lo último se produce cuando se desarrolla una buena adherencia entre el mortero y la unidad. La similitud de la forma de falla del ensayo con la forma de falla de ciertos muros de edificaciones ante acciones sísmicas, muchos investigadores, consideran como un ensayo representativo ideal, cuando en realidad las condiciones de borde son, por lo general, totalmente diferentes entre ensayo y realidad. Es decir, el valor de este ensayo es un método simple y práctico de evaluar resistencias al corte y a la tracción diagonal de diferentes albañilerías (GALLEGOS & CASABONNE, 2005). La Norma E070 de albañilería, señala que la resistencia de la albañilería al corte ( $v'm$ ) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante: ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre.



**Figura 16.** similitud de la falla entre el ensayo de corte y un sismo

**Fuente:** Gallegos & Casabonne (2005), *Diseño de estructuras sismorresistentes*

La resistencia característica ( $v'm$ ) en muretes, se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.

El valor de  $v'm$  para diseño no será mayor de  $0.319 \sqrt{f'm}$  MPa ( $\sqrt{f'm}$  /cm<sup>2</sup>).

El resultado del ensayo es el valor nominal unitario de corte ( $v'm$ ) obtenido a partir de las siguientes fórmulas (NTP E-070, 2006):

$$V_m = \frac{P_u}{A_n} \dots\dots\dots (5)$$

**Ecuación 05.** Resistencia al corte

$$V'_m = V_m - s$$

Donde:

$P_U$ : Carga de rotura

$A_n$ : Área del espécimen

S: Desviación estándar

$$A_n = \frac{1}{2} (L_1 - L_2) b \gamma \dots\dots\dots (6)$$

**Ecuación 06. Área del espécimen**

*Donde:*

$L_1, L_2$  : Lados reales del espécimen

$b$ : Espesor efectivo del muro

$\gamma$ : Proporción del área con relación al área bruta de la unidad

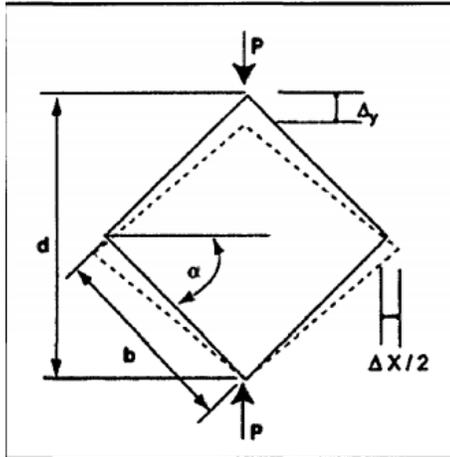
La deformación por corte mostrada en el esquema (Ilustración 33.), se calcula:

$$\epsilon = \frac{\Delta x + \Delta y}{2d} \left( \tan \alpha - \frac{1}{\tan \alpha} \right) \dots\dots\dots (7)$$

**Ecuación 07. Deformación por corte**

En cualquier caso, la evaluación de los ensayos debe hacerse estadísticamente para determinar el valor característico de la resistencia al corte.

En general cuando no hay pre compresiones o estas son muy reducidas, la falla tiende a ocurrir siguiendo las juntas horizontales y verticales, aun ángulo aproximado de 45° con la hilada. Cuando se aplican pre compresiones las grietas pueden atravesar unidades, y el ángulo de falla se hace dependiente de su magnitud. Estos hechos han conducido a establecer que: la falla, en este caso la tracción principal alcanza su valor crítico.



**Figura 17.** Esquema de deformación del espécimen de murete

**Fuente:** Gallegos & Casabonne (2005), *Diseño de estructuras sismorresistentes*

La predicción de la resistencia a cortante del espécimen sometido a compresión diagonal depende de la solución de un problema de elasticidad bidimensional para un material no homogéneo y del conocimiento de la envolvente de falla biaxial de la albañilería. Sin embargo, si se conoce las limitaciones de las teorías de falla aplicables a materiales isotrópicos y homogéneos cuando el espécimen falla por: las juntas, estas teorías tradicionales son útiles para evaluaciones cualitativas y comparativas (GALLEGOS & CASABONNE, 2005).

El análisis más completo, asumiendo un material homogéneo, ha sido efectuado por Blume, apoyándose en las investigaciones de fotoelasticidad de Frocht. Blume estableció que los esfuerzos principales para el espécimen cargado como se muestra en la Ilustración 31. Sin compresiones perpendiculares a la junta, ocurren en el centro del murete y son:

---

### Tracción

$$\sigma_1 = \sigma_1 = 0.519 \frac{P}{bL} \dots\dots\dots(8)$$

### Ecuación 08. *Tracción*

### Compresión

$$\sigma_2 = \sigma_y = 1.683 \frac{P}{bL} \dots\dots\dots(9)$$

### Ecuación 09. *Compresión*

### Corte

$$\tau_{max} = 1.101 \frac{P}{bL} \dots\dots\dots(10)$$

### Ecuación 10. *Corte*

#### 2.2.12. Limalla

Este vocabulario en su etimología es de procedencia francesa bajo denominación «imaille» con el mismo significado. Este vocablo se refiere a un grupo o conjunto de limaduras que puede ser de hierro o un metálico.

Según la Real Academia Española, significa conjunto de limaduras.

Conjunto de pequeños fragmentos que se desprenden al limar o pulir un metal.

## Composición Química Elemental

Los Ensayos químicos realizados en el Laboratorio Labicer - Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería, se analizó mediante una muestra en el Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X de Energía Dispersa.

Luego de los ensayos respectivos se obtuvo los siguientes resultados (ver Anexo I):

**Tabla 07**

*Composición Química de Limalla*

<i>Composición Química</i>	<i>Resultados (%)</i>	<i>Método utilizado</i>
<b>Hierro (Fe)</b>	96.237	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersa
<b>Silicio (Si)</b>	1.263	
<b>Manganeso (Mn)</b>	0.969	
<b>Calcio (Ca)</b>	0.395	
<b>Cobre (Cu)</b>	0.341	
<b>Azufre (S)</b>	0.330	
<b>Fosforo (P)</b>	0.299	
<b>Cromo (Cr)</b>	0.166	

**Fuente:** LABICER (Laboratorio N° 12)

*Nota.* Datos tomados del Ensayo químico realizado en el Laboratorio Labicer - Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería (2021).

## Análisis de Composición Química Expresado en Óxidos.

Los Ensayos químicos realizados en el Laboratorio Labicer - Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería, se analizó mediante una muestra en el Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X de Energía Dispersa.

Luego de los ensayos respectivos se obtuvo los siguientes resultados (ver Anexo I):

## Tabla 08

*Composición Química elemental de Limalla*

<i>Composición Química</i>	<i>Resultados (%)</i>	<i>Método utilizado</i>
Óxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	97.182	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersa
Óxido de silicio (SiO <sub>2</sub> )	1.000	
Óxido de manganeso (MnO)	0.857	
Óxido de fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.443	
Óxido de calcio (CaO)	0.210	
Óxido de cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.156	
Óxido de cobre (CuO)	0.113	
Óxido de azufre (SO <sub>3</sub> )	0.039	

**Fuente:** LABICER (Laboratorio N° 12)

*Nota.* Datos tomados del Ensayo químico realizado en el Laboratorio Labicer - Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería (2021).

### **Volúmenes de producción de Limalla**

En cuanto a la producción de Limalla en SiderPeru en los últimos años existe una tendencia Ascendente con un promedio mensual de 1,200Tn de Limalla de Acería.

La Limalla después de pasar por un proceso de desmetalización es acumulada en las canchas de acería, sirviendo en algunas ocasiones como relleno dentro de la empresa siderúrgica.

### **Cantidad de Limalla disponible**

Actualmente Sider cuenta con 1200 toneladas de capacidad en almacenaje, a su vez que esto incrementara aún más la producción de Limalla como desperdicio.

Según datos de la empresa, el total disponible actual aproximado es de 1500 Ton. de Limalla.

### 2.3. Definición de términos

- ✓ **Alcalinidad:** basicidad del agua, es la medida de la capacidad para neutralizar ácidos.  
A diferencia del pH, que indica si una solución es un ácido o una base, la alcalinidad expresa cuánto ácido puede absorber una solución sin cambiar el pH. Es esencialmente, la capacidad amortiguadora de una solución.
- ✓ **Carga coplanar:** Son cargas que se encuentran en un mismo plano.
- ✓ **Coefficiente de saturación:** Relación entre el peso del agua absorbida por un ladrillo que ha sido sumergido en agua fría y el peso absorbido por el mismo al ser sumergido en agua caliente.
- ✓ **Compresión axial:** Es una fuerza que actúa directamente sobre el centro axial de un objeto en la dirección del eje longitudinal. Estas fuerzas pueden ser de compresión o de tensión, dependiendo de la dirección de la fuerza.
- ✓ **Disolución:** Mezcla que resulta de disolver un cuerpo o una sustancia en un líquido.
- ✓ **Densidad:** Relación entre la masa y el volumen de una sustancia, o entre la masa de una sustancia y la masa de un volumen igual de otra sustancia tomada como patrón.
- ✓ **Desviación estándar:** Es una medida que se utiliza para cuantificar la variación o la dispersión de un conjunto de datos numéricos.
- ✓ **Excentricidad de la carga:** Distancia entre la línea real de acción de las cargas de compresión o de tracción y la línea de acción que produciría un esfuerzo uniforme en la sección transversal de la probeta.

- ✓ **Inestabilidad elástica:** Se refiere a un conjunto de fenómenos de no linealidad geométrica que se manifiesta en que los desplazamientos en un elemento estructural no son proporcionales a las fuerzas aplicadas.
- ✓ **Mampostería:** Se llama mampostería al sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen, que pueden caracterizarse por estar sin labrar.
- ✓ **Material isotrópico:** Un material es isotrópico si sus propiedades mecánicas y térmicas son las mismas en todas las direcciones. Los materiales isotrópicos pueden tener estructuras microscópicas homogéneas o no homogéneas. Por ejemplo, el acero muestra un comportamiento isotrópico, aunque su estructura microscópica no es homogénea.
- ✓ **Parapetos:** El parapeto es un elemento arquitectónico de protección que sirve para evitar la caída al vacío de personas, animales u objetos de un balcón o terraza, aunque también se puede encontrar en cualquier otro lugar que presente desniveles entre diferentes planos.

#### 2.4. Marco Normativo:

En aspecto general primero nombrar las Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, comprendidas en el Índice aprobado mediante Decreto Supremo No 015-2004-VIVIENDA. Siendo para la presente investigación basada en la norma E.070

#### **Unidades de albañilería**

Estarán dados por la Norma Técnica Peruana NTP 331.017:2003 para unidades de albañilería de arcilla.

La clasificación para fines estructurales en ladrillo tipo I, tipo II, tipo III, tipo IV, tipo V, bloque P y bloque NP se dan a partir de la norma E.070.

Sus limitaciones de uso están dispuestas por la norma E.070 y según zona sísmica estipulado en la norma E.030 Diseño Sismorresistente.

La resistencia a la compresión de las unidades de albañilería se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

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

Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

### **Mortero**

Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009, Cemento Adicionado IP, NTP 334.830 y una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.

### **Concreto líquido o grout**

Para la elaboración de concreto líquido o grout de albañilería, se tendrá en cuenta las Normas NTP 399.609 y 399.608.

Los materiales aglomerantes serán Cemento Portland I, NTP 334.009, Cemento Adicionado IP, NTP 334.830 y una mezcla de cemento Portland o adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002

### **Acero de refuerzo**

La armadura deberá cumplir con lo establecido en las Norma Barras de Acero con Resaltes para Concreto Armado (NTP 341.031).

Sólo se permite el uso de barras lisas en estribos y armaduras electrosoldadas usadas como refuerzo horizontal. La armadura electrosoldada debe cumplir con la norma de Malla de Alambre de Acero Soldado para Concreto Armado (NTP 350.002).

### **Concreto**

El concreto de los elementos de confinamiento tendrá una resistencia a la compresión mayor o igual a 17,15MPa 175kg/cm y deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.

### **Albañilería armada**

Los empalmes por soldadura sólo se permitirán en barras de acero ASTM A706 (soldables), en este caso la soldadura seguirá las especificaciones dadas por AWS.

### **Estructuración**

Simetría en la distribución de masas y en la disposición de los muros en planta, de manera que se logre una razonable simetría en la rigidez lateral de cada piso y se cumpla las restricciones por torsión especificadas en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.

De existir reducciones importantes en planta, u otras irregularidades en el edificio, deberá efectuarse el análisis dinámico especificado en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

### **Análisis y diseño estructural**

Para sismo severo en base a la NTE E.030 Diseño Sismorresistente, empleando un coeficiente de reducción de la sollicitación sísmica  $R = 3$ .

Para sismo moderado en base a la NTE E.030 Diseño Sismorresistente que es aquél que proporciona fuerzas de inercia equivalentes a la mitad de los valores producidos por el "sismo severo".

La determinación del cortante basal y su distribución en elevación, se hará de acuerdo a lo indicado en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

El diseño se hará para la combinación de fuerzas gravitacionales y las fuerzas debidas al "sismo moderado", utilizando los factores de amplificación de carga y de reducción de resistencia especificados en la NTE E.060 Concreto Armado. La cimentación será dimensionada bajo condiciones de servicio para los esfuerzos admisibles del suelo y se diseñará a rotura.

### **Limalla de acero**

La presente investigación regirá la limalla según la norma para agregados NTP400.012 y la norma 400.021.2002, 400.022:2002; 339.185.

Además de determinar el contenido de humedad con la norma ASTM C566, la densidad media, densidad relativa y la absorción del agregado grueso con ASTM C127 y densidades medias, relativas y absorción de los agregados finos con ASTM C128.

# CAPÍTULO III:

## MATERIALES Y MÉTODOS

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, ya que tiene fines prácticos, bien definidos, donde se investiga para actuar, transformar o lograr algún cambio en un determinado sector (Ñaupas, et al. 2018).

Esta investigación se centró en llevar a cabo los ensayos pertinentes, para determinar las propiedades del ladrillo de concreto con adición del material limalla, y así validar la Hipótesis planteada.

#### 3.2 Nivel de investigación

El diseño de la investigación es experimental, ya que se encargará del manejo de su variable sobre otra para encontrar una relación causa – efecto entre estas y así lograr descubrir o demostrar un nuevo aporte (Ñaupas, et al. 2018). De esta forma, esta investigación se considera experimental, ya que el material de limalla busca generar un efecto en las propiedades del ladrillo de concreto.

Bajo un nivel explicativo, ya que responde las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales, asimismo, explica por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o porque están relacionadas dos o más variables (Ñaupas, et al. 2018).

Según Ñaupas et al. (2018) el enfoque de la investigación es cuantitativo debido a que se empleara la recolección de data numérica, con la finalidad de determinar lineamientos de comportamiento y corroborar supuestos.

### 3.3 Unidad de análisis

La unidad de análisis en esta investigación es el Ladrillo de Concreto.

### 3.4 Ubicación

Ciudad Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash

### 3.5 Población y muestra

#### 3.5.1 Población

Grupo de sucesos o sujetos que se relacionan con características particulares, es decir, son partícipes del mismo ambiente o la misma especie y que se condicionan a través de determinados criterios notables (Hernández, 2018). De esta manera, esta investigación considera como población a los especímenes de ladrillo de concreto convencional y especímenes de ladrillo de concreto con incorporación del material de limalla.

#### 3.5.2 Muestra

Hernández (2018) asevera que una muestra es un subgrupo que pertenece a una población o universo que es considerado de interés de investigación. De esta forma, se considera una muestra conformado por los 360 especímenes de ladrillo de concreto con incorporación de limalla en su diseño de mezcla. 90 especímenes de ladrillo de concreto

convencional con 0% de limalla, 90 especímenes de ladrillo de concreto con 25% de limalla, 90 especímenes de ladrillo de concreto con 35% de limalla y 90 especímenes de ladrillo de concreto con 50% de limalla.

El tipo de muestreo es no probabilístico por conveniencia como asevera Hernández y Mendoza (2018) una muestra no probabilística es cuando las unidades no dependen de la probabilidad, sino de las características y contexto del estudio, asimismo, su procedimiento no es mecánico o electrónico, sino que depende del proceso de la toma de decisiones del investigador.

### 3.6 Variables

#### 3.6.1 Variables independientes

Según Vera et al. (2018) las variables independientes enuncian el fenómeno.

Limalla en porcentajes, 0%, 25%, 35%, 50%.

#### 3.6.2 Variables dependientes

Según Vera et al. (2018) las variables dependientes son las que expresan las consecuencias de un fenómeno llamados variables respuesta, es la que es susceptible de medirse en fines numéricos.

Propiedades de los ladrillos de concreto.

### 3.6.3 Matriz de consistencia

**Tabla 09**

*Matriz de consistencia.*

Problema	Objetivos	VARIABLES	Hipótesis	Métodos
<b>¿La limalla como adición porcentual en volumen del agregado preparado podrá mejorar las propiedades del ladrillo de concretos hechos artesanalmente en nuevo Chimbote?</b>	Objetivo General			
	✓ Determinar las propiedades del ladrillo de concreto incorporando el uso de limalla en volumen del agregado preparado, en nuevo Chimbote	Variable Independiente		Tipo De Investigación
	Objetivos Específicos	✓ Limalla en porcentajes, 0%,25%,35%,50%.	Si se utiliza limalla como adición porcentual en volumen del agregado preparado, entonces se obtendrá mejoras en las propiedades de los ladrillos de concreto.	✓ Investigación aplicada
	✓ Determinar la composición química de la limalla.			
	✓ Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto artesanal convencional en nuevo Chimbote.			
	✓ Determinar los ensayos de compresión axial y diagonal de los muros y pilas a los 28 días, de las unidades elaboradas con la sustitución de limalla al 0%, 25%, 35% y 50% con respecto al volumen del agregado preparado.	Variable Dependiente		Nivel De Investigación
	✓ Determinar el diseño del concreto óptimo para mejorar las propiedades del ladrillo de concreto.	✓ Propiedades de los ladrillos de concreto		✓ Investigación experimental
	✓ Evaluar como alternativa técnica, el uso de limalla como adición porcentual en volumen del agregado preparado, en la elaboración de ladrillos artesanales de concreto en nuevo Chimbote.			

Fuente: *Elaboración propia (2021)*

### 3.6.4 Operacionalización de variables

**Tabla 10**

*Operacionalización de variables.*

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos y unidad de medición</b>
V.I. Limalla en porcentajes, 0%, 25%, 35%, 50%.	En la búsqueda de utilizar material reciclado en la industria de la construcción se estudia el aprovechamiento de la limalla como agregado para el concreto con el fin de contribuir al mejoramiento del medio ambiente y a su utilidad como material de construcción. (Milena P. (2010), p.10)	Para hallar las propiedades de los ladrillos de concreto se hará con cuatro operaciones fundamentales: Materiales empleados Diseño de mezcla Proceso de elaboración Propiedades físicas y mecánicas	Características de la limalla (limadura de hierro)	Propiedades físicas y químicas del material	Peso y volumen
			Estudio de los agregados para el diseño de mezcla	Granulometría Peso unitario suelto Peso unitario compacto % de humedad % de absorción	NTP: 400.012; 400.021.2002 400.022:2002; 339.185 ASTM: C566; C127; C128
			Diseño de mezcla y dosificación al 0%, 25%, 35%, 50%.	Proporcionamiento de los materiales	Método ACI 211
			Elaboración	Mezclado, moldeado, fraguado y curado	Molde metálico Herramienta de compactación días

CONTINUACION ...

V.D. Propiedades de los ladrillos de concreto	el concreto de estas unidades, sean bloques o ladrillos de construcción artesanal o industrial, es una mezcla de cemento, arena y confitillo (piedra chancada de ¼”). La mezcla debe ser de consistencia seca (revenimiento del orden 1”), para desmoldar inmediatamente las unidades sin que se desmorone. (san Bartolomé, Quiun, Silva,2011, p.40).	Los muros de albañilería se pueden medir a partir de tres propiedades: La compresión en pilas. La compresión diagonal. La resistencia a la compresión unitaria.	Resistencia a la compresión unitaria y absorción (%)	Máquina de resistencia a la compresión(kg/cm <sup>2</sup> ) Absorción Variación dimensional Alabeo succión	NTP: 399.613; 399.604 Ensayo a compresión
			Compresión en pilas	Máquina de resistencia a la compresión(kg/cm <sup>2</sup> )	Ensayo a compresión
			Compresión diagonal	Máquina de resistencia a la compresión diagonal (kg/cm <sup>2</sup> )	Ensayo de compresión diagonal

Fuente: *Elaboración propia (2021)*

### 3.7 Instrumentos

Ficha de observación: Permite la recolección de datos que muestra la identificación de las características del material limalla que es adicionado al concreto.

Formatos de laboratorio: Estas fichas o formatos son formatos históricos personalizados por cada laboratorio, lo cual permiten el registro de tiempos, pesos, cargas y otros datos que sirven para desarrollo correcto de la investigación.

### 3.8 Procedimientos

#### 3.8.1. Metodología de Analisis de la Limalla

##### 3.8.1.1. Ensayo Químico

Este ensayo se realizó en el laboratorio Labicer de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería.

El equipo utilizado fue el Espectrómetro de fluorescencia de rayos x de energía dispersa. SHIMADZU, EDX 800HS. La muestra fue recepcionada por el laboratorio a una temperatura de 24°C, humedad relativa 61%, luego de tres días posteriores los datos fueron entregados a través de un informe emitido por el laboratorio.

### 3.8.2. Ensayo Físico

- ✓ Granulometría (Astm D-75)

Este ensayo se realizó a la limalla, material de adición porcentual en volumen del agregado preparado, de los ladrillos de concreto. También se realizó en los demás materiales componentes de los ladrillos de concreto.

**Tabla 11**

*Análisis Granulométrico de Limalla*

PROVENIENTE "SIDER-PERU" - M1					
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 999 gr					
TAMIZ		Peso	Peso	Retenido	Pasante
Pulg.	mm	Retenido (Kg)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Acumulado (%)
<b>3/8"</b>	9.500	0.000	0.00	0.00	100.00
<b>N° 04</b>	4.750	0.023	2.30	2.30	97.70
<b>N° 08</b>	2.360	0.135	13.53	15.83	84.17
<b>N° 16</b>	1.180	0.197	19.74	35.57	64.43
<b>N° 30</b>	0.600	0.189	18.94	54.51	45.49
<b>N° 50</b>	0.300	0.200	20.04	74.55	25.45
<b>N° 100</b>	0.150	0.163	16.33	90.88	9.12
<b>N° 200</b>	0.075	0.079	7.92	98.80	1.20
<b>FONDO</b>		0.012	1.20	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		0.998	100.00	-	-

**Fuente:** Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)

*Nota.* Datos tomados del Ensayo de Granulometría realizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos - Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional del Santa (2021)

- ✓ Peso Específico y Absorción (ASTM C-127; C-128 y NTP 400.021 - 400.022)

La muestra representativa se pasa por el tamiz N°4, separando los terrones, y se realiza el ensayo con el material que pase por esta malla.

Realizamos el ensayo siguiendo los procedimientos como lo menciona en la norma **ASTM C-127**, obtenidos los datos se procede al cálculo de la determinación de los pesos específicos y absorción con las siguientes formulas:

$$\text{Peso Especifico Aparente} = \frac{A}{B+S+C} \dots\dots\dots(11)$$

**Ecuación 11.** *Peso Específico Aparente*

$$\text{Peso Especifico Aparente (s.s.s)} = \frac{B}{B+S-C} \dots\dots\dots(12)$$

**Ecuación 12.** *Peso Específico Aparente (s.s.s)*

$$\text{Peso Especifico Nominal} = \frac{A}{B+A-C} \dots\dots\dots(13)$$

**Ecuación 13.** *Peso Específico Nominal*

$$\text{Porcentaje de Absorcion} = \left( \frac{S-A}{A} \right) * 100 \dots\dots\dots(14)$$

**Ecuación 14.** *Porcentaje de Absorción*

**Donde:**

**Tabla 12**

*peso específico (agregado fino) NTP 400.022 ASTM C-29*

<b>Proveniente: (sider- peru)</b>	<b>LIMALLA</b>
<b>Peso fiola (calibrada con agua) A</b>	655.0
<b>Peso fiola (calibrada con agua) + peso material B</b>	955
<b>Peso fiola + agua + material s.s.s. (extraído el aire) C</b>	895.0
<b>Volumen de la masa + volumen de vacíos D=(B-C)</b>	60.0
<b>Peso de material seco E</b>	295.0
<b>Volumen de la masa f=d-(peso material S.S.S-E)</b>	55.0
<b>Peso específico bulk (base seca) e/d</b>	4.916
<b>Peso específico bulk (base saturada) mat.s.s.s./D</b>	5.000
<b>Peso aparente (base seca) E/F</b>	5.363
<b>Absorción</b>	1.71

**Fuente:** *Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*

*Nota.* Datos tomados del Ensayo Peso Específico y Absorción realizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos - Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional del Santa (2021)

✓ Peso Unitario Suelto y Compacto

Fórmulas

$$PUSS=1000(Pmm-Pm) \dots\dots\dots (15)$$

**Ecuación 15. Peso Unitario Suelto**

$$PUC=1000(Pmmc-Pm) /Vm \dots\dots\dots (16)$$

### Ecuación 16. *Peso Unitario Compacto*

Donde:

$P_m$  =Peso de molde en gramos

$P_{mm}$  =Peso de molde más muestra

$V_m$  =Volumen del molde en  $cm^3$

$P_{USS}$  =Peso unitario suelto seco en  $kg/m^3$

$P_{UC}$  =Peso unitario compactado en  $kg/m^3$

$P_{mmc}$ =Peso del molde más muestra compactada, en gramos

Este ensayo se repitió tres veces tanto para el peso unitario suelto como para el compactado, estos datos se promediaron.

### Tabla 13

*peso unitario suelto (agregado fino) NTP 400.017 MTC E 203*

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>Limalla</b>
peso del molde vacío(kg)	1.968
peso del molde mas agregado(kg)	8.008
volumen del molde( $m^3$ )	0.00262
<b>PESO UNITARIO SUELTO (<math>kg/m^3</math>)</b>	<b>2301.57</b>
<b>PESO UNITARIO COMPACTO</b>	<b>Limalla</b>
peso del molde vacío(kg)	1.968
peso del molde mas agregado(kg)	<b>8.978</b>
volumen del molde( $m^3$ )	0.00262
<b>PESO UNITARIO COMPACTO (<math>kg/m^3</math>)</b>	<b>2671.20</b>

**Fuente:** *Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*

Contenido de Humedad (Astm C-566/Npt 400.021)

Se calculó el contenido de humedad de la muestra con las siguientes

fórmulas:  $W = \frac{Mw}{Ms} * 100$ .....(17)

Ecuación 17. Contenido de Humedad

$$Mw = P1 - P2$$
.....(18)

Ecuación 18. Peso del agua en gramos

$$Ms = P1 - Pt$$
.....(19)

Ecuación 19. Peso de las partículas sólidas en gramos.

$M$  =Contenido de humedad (%)

$Mw$  =Peso del agua en gramos.

$Ms$  =Peso de las partículas sólidas en gramos.

$P1$  =Peso de la tara más muestra húmeda en gramos.

$P2$  =Peso de la tara más muestra seca en gramos.

$Ptara$  =Peso de la tara en gramos.

Siendo estos los datos registrados en laboratorio:

**Tabla 14**

Contenido de humedad (agregado fino) NTP 339.185 ASTM C-566

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD - limalla</b>					
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
Peso tara + muestra (humeda)	151.021	166.199	160.665	161.185	160.417
Peso tara + muestra (seca)	150.924	166.117	160.598	161.089	160.316
peso de agua retenida	0.097	0.082	0.067	0.096	0.101
peso de tara	27.349	27.688	27.501	27.330	28.455
peso muestra seca	123.575	138.429	133.097	133.759	131.861
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD(%)</b>	0.078	0.059	0.050	0.072	0.077
<b>PROMEDIO (%)</b>	0.067				

**Fuente:** Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)

*Nota.* Datos tomados del Ensayo Contenido de Humedad, realizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos - Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional del Santa (2021)

3.8.3. Metodología de análisis de los materiales, componentes de los ladrillos de concreto.

#### 3.8.3.1. Granulometría (Astm D-75)

Este ensayo se realizó al agregado fino: agregado global, arena gruesa, confitillo, arena fina.

**Tabla 15**

*Análisis granulométrico a. fino (agregado global) - NTP 400.012*

<b>CANTERA "VESIQUE" - M1- AGREGADO GLOBAL</b>					
<b>PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 996 gr</b>					
<b>TAMIZ</b>		<b>Peso</b>	<b>Peso</b>	<b>Retenido</b>	<b>Pasante</b>
<b>Pulg.</b>	<b>mm</b>	<b>Retenido</b>	<b>Retenido</b>	<b>Acumulado</b>	<b>Acumulado</b>
		<b>(Kg)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>
<b>3/8"</b>	9.500	0.000	0.00	0.00	100.00
<b>N° 04</b>	4.750	0.036	3.61	3.61	96.39
<b>N° 08</b>	2.360	0.121	12.15	15.76	84.24
<b>N° 16</b>	1.180	0.276	27.71	43.47	56.53
<b>N° 30</b>	0.600	0.232	23.29	66.77	33.23
<b>N° 50</b>	0.300	0.178	17.87	84.64	15.36
<b>N° 100</b>	0.150	0.098	9.84	94.48	5.52
<b>N° 200</b>	0.075	0.045	4.52	99.00	1.00
<b>FONDO</b>		0.010	1.00	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		0.996	100.00	-	-

**Fuente:** *Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*

*Nota.* Datos tomados del Ensayo de Granulometría realizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos - Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional del Santa (2021).

Esta es la granulometría obtenida para el agregado global del material que utiliza la ladrillera San Luis para la elaboración de los ladrillos, después de haber realizado el proceso de preparación pasando por un tamiz de malla 3/8".

Se obtuvo un módulo de fineza de 3.03.

**Tabla 16**
*Análisis granulométrico a. fino (arena fina) - NTP 400.012*

<b>CANTERA "VESIQUE" - M1/ ARENA FINA</b>					
<b>PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 999 gr</b>					
<b>TAMIZ</b>		<b>Peso</b>	<b>Peso</b>	<b>Retenido</b>	<b>Pasante</b>
<b>Pulg.</b>	<b>mm</b>	<b>Retenido</b>	<b>Retenido</b>	<b>Acumulado</b>	<b>Acumulado</b>
		<b>(Kg)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>
3/8"	9.500	0.000	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.750	0.009	0.90	0.90	99.10
N° 08	2.360	0.125	12.51	13.41	86.59
N° 16	1.180	0.185	18.52	31.93	68.07
N° 30	0.600	0.317	31.73	63.66	36.34
N° 50	0.300	0.145	14.51	78.18	21.82
N° 100	0.150	0.123	12.31	90.49	9.51
N° 200	0.075	0.045	4.50	94.99	5.01
<b>FONDO</b>		0.050	5.01	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		0.999	100.00	-	-

**Fuente:** Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)

*Nota.* Datos tomados del Ensayo de Granulometría realizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos - Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional del Santa (2021).

La granulometría se realizó para la arena fina, obteniéndose un módulo de fineza de 2.71.

**Tabla 17**
*Análisis granulométrico a. fino (confitillo) - NTP 400.012*

<b>CANTERA "VESIQUE" - M1/ CONFITILLO</b>					
<b>PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 997 gr</b>					
<b>TAMIZ</b>		<b>Peso</b>	<b>Peso</b>	<b>Retenido</b>	<b>Pasante</b>
<b>Pulg.</b>	<b>mm</b>	<b>Retenido</b>	<b>Retenido</b>	<b>Acumulado</b>	<b>Acumulado</b>
		<b>(Kg)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>
3/8"	9.500	0.000	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.750	0.196	19.66	19.66	80.34
N° 08	2.360	0.351	35.21	54.86	45.14
N° 16	1.180	0.149	14.94	69.81	30.19
N° 30	0.600	0.079	7.92	77.73	22.27
N° 50	0.300	0.061	6.12	83.85	16.15
N° 100	0.150	0.066	6.62	90.47	9.53
N° 200	0.075	0.067	6.72	97.19	2.81
<b>FONDO</b>		0.028	2.81	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		0.997	100.00	-	-

**Fuente:** Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)

*Nota.* Datos tomados del Ensayo de Granulometría realizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos - Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional del Santa (2021).

La granulometría se realizó para la arena gruesa, obteniéndose un módulo de fineza de 3.96.

### 3.8.3.2 Peso Específico y Absorción (Agregado Fino) NTP 400.022

#### ASTM C-29

La muestra representativa se pasa por el tamiz N°4, separando los terrones, y se realiza el ensayo con el material que pase por esta malla.

Realizamos el ensayo siguiendo los procedimientos como lo menciona en la norma **ASTM C-127**, obtenidos los datos se procede al cálculo de la determinación de los pesos específicos y absorción.

**Tabla 18**

*Peso Específico (Agregado preparado) NTP 400.022 ASTM C-29*

<b>CANTERA (VESIQUE)</b>	<b>AGREGADO PREPARADO</b>
<b>PESO FIOLA (CALBRADA CON AGUA) A</b>	<b>655</b>
<b>PESO FIOLA (CALBRADA CON AGUA) + PESO MATERIAL B</b>	<b>1155</b>
<b>PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL S.S.S. (EXTRAIDO EL AIRE) C</b>	<b>973</b>
<b>VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS D=(B-C)</b>	<b>182</b>
<b>PESO DE MATERIAL SECO E</b>	<b>493</b>
<b>VOLUMEN DE LA MASA F=D-(PESO MATERIAL S.S.S-E)</b>	<b>175.0</b>
<b>PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) E/D</b>	<b>2.709</b>
<b>PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) MAT.S.S.S./D</b>	<b>2.747</b>

<b>PESO APARENTE (BASE SECA)</b>	<b>E/F</b>	<b>2.817</b>
<b>ABSORCIÓN</b>		<b>1.42</b>

**Fuente:** Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)

*Nota.* Datos tomados del Ensayo de Peso Específico y Absorción, realizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos - Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional del Santa (2021).

### 3.8.3.3. Peso Unitario Suelto y Compacto

Fórmulas

$$PUSS=1000(Pmm-Pm)/ ; \quad PUC=1000(Pmmc-Pm)/Vm$$

Donde:

$Pm$  =Peso de molde en gramos

$Pmm$  =Peso de molde más muestra

$Vm$  =Volumen del molde en  $cm^3$

$PUSS$  =Peso unitario suelto seco en  $kg/m^3$

$PUC$  =Peso unitario compactado en  $kg/m^3$

$Pmmc$ =Peso del molde más muestra compactada, en gramos

Este ensayo se repitió tres veces tanto para el peso unitario suelto como para el compactado, estos datos se promediaron.

**Donde:**

**Tabla 19**
*Peso unitario suelto (agregado fino) NTP 400.017 MTC E 203*

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>				
	<b>arena fina</b>	<b>Agregado global</b>	<b>Confitillo</b>	<b>agregado preparado</b>
<b>peso del molde vacío(kg)</b>	3.564	3.564	1.968	1.968
<b>peso del molde más agregado(kg)</b>	18.473	18.785	6.954	6.852
<b>volumen del molde(m3)</b>	0.00905	0.00905	0.00262	0.00262
<b>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)</b>	<b>1647.37</b>	<b>1681.84</b>	<b>1899.94</b>	<b>1861.07</b>

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*

*Nota.* Datos tomados del Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compacto, realizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos - Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional del Santa (2021).

**Tabla 20**
*Peso unitario compacto (agregado fino) NTP 400.017 MTC E 203*

<b>PESO UNITARIO COMPACTO</b>				
	<b>arena fina</b>	<b>Agregado global</b>	<b>Confitillo</b>	<b>agregado preparado</b>
<b>peso del molde vacío(kg)</b>	3.564	3.564	1.968	1.968
<b>peso del molde más agregado(kg)</b>	19.941	20.231	7.467	7.213
<b>volumen del molde(m3)</b>	0.00905	0.00905	0.00262	0.00262
<b>PESO UNITARIO COMPACTO (kg/m3)</b>	<b>1809.57</b>	<b>1841.62</b>	<b>2095.42</b>	<b>1998.63</b>

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*

#### 3.8.3.4. Contenido de Humedad

Se calculó el contenido de humedad de la muestra con las siguientes fórmulas:

$$W = M_w \times 100 (\%) / M_s; \quad M_w = P_1 - P_2; \quad M_s = P_1 - P_t$$

$M$  =Contenido de humedad (%)

$M_w$  =Peso del agua en gramos.

$M_s$  =Peso de las partículas sólidas en gramos.

$P_1$  =Peso de la tara más muestra húmeda en gramos.

$P_2$  =Peso de la tara más muestra seca en gramos.

$P_{tara}$  =Peso de la tara en gramos.

Siendo estos los datos registrados en laboratorio:

**Tabla 21**

*Contenido de humedad (agregado fino) NTP 339.185 ASTM C-566*

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD - Agregado Preparado</b>					
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
<b>Peso tara + muestra (húmeda)</b>	164.621	148.305	168.921	166.496	170.802
<b>Peso tara + muestra (seca)</b>	164.275	147.857	168.413	165.955	170.239
<b>peso de agua retenida</b>	0.346	0.448	0.508	0.541	0.563
<b>peso de tara</b>	27.411	27.668	27.469	27.324	28.421
<b>peso muestra seca</b>	136.864	120.189	140.944	138.631	141.818
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	0.253	0.373	0.360	0.390	0.397
<b>PROMEDIO (%)</b>	0.355				

**Fuente:** *Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*

*Nota.* Datos tomados del Ensayo Contenido de Humedad, realizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos - Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional del Santa (2021).

### 3.8.4. Metodología de la elaboración de ladrillos de concreto macizo king-kong.



**Figura 18.** Metodología de la elaboración de ladrillos

**Fuente:** *Elaboración Propia (2021)*

### 3.8.5. Metodología de Análisis de las Propiedades De Los Ladrillos

#### 3.8.5.1. Clasificatorias

Estos ensayos son realizados con la finalidad de clasificar a las unidades desde el punto de vista estructural. Después de presentar todos los ensayos se clasificará las unidades de albañilería comparando con la tabla N°01 de la Norma E.070-2021, En nuestro caso se estudiaron unidades de albañilería de la ladrillera San Luis, ladrillos con limalla en porcentajes de 0%, 25% ,35% y 50%, como adición porcentual en volumen del agregado preparado

a. Variación dimensional

Esta prueba se realizó sobre una muestra de 10 unidades por cada tipo de ladrillo a ensayar. Por otro lado, San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011 (libro "Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería"), indican: "Por cada incremento de 3mm en el espesor de las juntas horizontales (adicionales al mínimo requerido de 10mm), la resistencia a compresión de la albañilería disminuye un 15%"; de acuerdo a esta afirmación es necesario realizar este ensayo para determinar el espesor de la junta de la albañilería.

Después de haber seguido los procedimientos mencionados en el capítulo II se presentan los resultados obtenidos en el Capítulo IV: Resultados.

b. Alabeo

La mayor concavidad o convexidad del ladrillo produce un aumento en el espesor de la junta y disminuye la adherencia mortero-ladrillo al formarse vacíos en las zonas más alabeadas.

En este ensayo se utilizaron 10 ladrillos enteros por cada tipo de muestra, de la ladrillera San Luis, ladrillos con limalla en porcentajes de 0%, 25%, 35% y 50%. Sustituyendo porcentualmente en volumen de la arena fina.

El procedimiento fue el siguiente:

Se colocó los ladrillos sobre una superficie plana con la hendidura hacia abajo y sobre la superficie de asiento opuesta se colocó una regla que conectó los extremos diagonalmente opuestos de la unidad, luego con la ayuda de otra regla graduada al milímetro se procedió a medir en la zona más alabeada, esto al no contar con una cuña metálica graduada que es utilizada para este fin.

Si el alabeo es cóncavo, se mide en la zona donde se presente la mayor deflexión; mientras que, para el caso de alabeo convexo, se acomoda la regla metálica para obtener valores de alabeo en ambos extremos buscando que estos sean iguales.

Los resultados se promediaron y se expresaron en milímetros, tal como se muestran en los resultados.

c. Resistencia a compresión unitaria

Este ensayo, hecho sobre una muestra compuesta por 5 unidades enteras, en nuestro caso se realizaron 5 muestras por cada tipo de ladrillos: de la ladrillera San Luis, ladrillos con limalla en porcentajes de 0%, 25%, 35% y 50%, como adición porcentual en volumen del agregado preparado

Proporciona la resistencia a compresión axial de la unidad, así como también una medida de su durabilidad, ya que, a mayor resistencia, mayor durabilidad del ladrillo.

Previamente, la muestra fue introducida en un horno durante 24 horas, a 110° C para eliminar su humedad natural. Una vez secas las unidades, se procedió a medir el largo y ancho de las dos superficies de asiento para luego colocarles un capping de yeso-cemento, para obtener una superficie uniforme de contacto entre la unidad y el cabezal de la máquina de compresión.

La resistencia a compresión de cada unidad ( $fb$ ) se calcula como la carga máxima o de rotura entre el área bruta del espécimen. Finalmente, la resistencia característica ( $f'b$ ) se obtiene restando una desviación estándar al valor promedio. Los resultados aparecen en el capítulo iv.

$$fb = \frac{P}{A} \rightarrow f'b = fb - \sigma \dots \dots \dots (20)$$

**Ecuación 20.** *Resistencia a la compresión unitaria*

Donde:

$f'b$  = Resistencia característica

$fb$  = Resistencia a compresión de una unidad

$P$  = Carga máxima o de rotura

$A$  = Área bruta del espécimen

$\sigma$  = Desviación estándar

3.8.5.2. No Clasificatorias

Estos ensayos no intervienen en la clasificación de las unidades de albañilería, pero sí para definir el procedimiento constructivo de los muros de albañilería. O para poder determinar las diferencias que existen en los ladrillos con diferentes porcentajes de adición, en nuestro caso la limalla en porcentajes de 0%, 25%, 35% y 50%. Como adición porcentual en volumen del agregado preparado.

d. Succión

A través de este ensayo se mide la velocidad con que las unidades de albañilería absorben el agua del mortero. La adherencia ladrillo-mortero se ve afectado si es elevada la succión porque disminuirá la adherencia al secarse rápidamente el mortero.

Para este ensayo se emplearon las unidades provenientes de los ensayos de alabeo y variación dimensional de los diferentes porcentajes de adición de limalla, las que se introdujeron en un horno a una temperatura de 110° C durante 24 horas. Una vez pasado este tiempo se dejó enfriar y se obtuvo el peso seco (P1). Luego se preparó una bandeja con agua y un soporte para los ladrillos.

Enseguida se procedió a colocar uno a uno los ladrillos sobre el soporte y por medio de una jarra se echó agua para mantener

constante su nivel en la bandeja. El ladrillo estuvo durante 1 minuto absorbiendo agua para luego ser retirado de la bandeja y obtener de inmediato el peso (P2).

La succión está expresada en gramos por minuto en un área normalizada de 200 cm<sup>2</sup>. Esta succión se calculó con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{200 W}{L \times B} \dots\dots\dots (21)$$

**Ecuación 21. Succión**

Dónde:

W = Peso húmedo – Peso seco

L = Largo de la superficie de asiento.

B = Ancho de la superficie de asiento.

S = Succión normalizada a 200 cm<sup>2</sup>

e. Absorción y absorción máxima

La absorción de las unidades de albañilería está directamente relacionada con su resistencia al intemperismo. Mientras la unidad sea más absorbente, será más porosa; por tanto, será más vulnerable a la humedad de la intemperie.

Para el ensayo se utilizó las unidades empleadas en el ensayo de succión para luego sumergirlas durante 24 horas en un

recipiente lleno de agua, para finalmente pesarlos (P3 peso saturado).

Los cálculos de la absorción en porcentaje se realizaron con la siguiente fórmula:

$$A=100 \times \frac{(\text{Peso Saturado} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} \dots\dots\dots(22)$$

**Ecuación 22:** *Absorción*

3.8.6. Metodología de análisis de los prismas, pilas y muretes.

3.8.6.1. Método de Ensayo Para Determinar la Resistencia a Compresión Axial

Este método establece los procedimientos para la fabricación y ensayo de prismas de albañilería, y los cálculos para determinar la resistencia en compresión, utilizada para determinar el cumplimiento con la resistencia a la compresión especificada para la albañilería.

Las muestras en las que se realizaron los ensayos fueron los siguientes: 3 pilas de la Ladrillera San Luis, 3 pilas con porcentaje de adición de limalla 0%, 3 pilas con porcentaje de adición de limalla 25%, 3 pilas con porcentaje de adición de limalla 35%, y 3 pilas con porcentaje de adición de limalla 50%. Obteniéndose un total de 15 pilas que se sometieron al ensayo de resistencia a la compresión axial

en el Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto GEOMG S.A.C.

a. Resistencia a la Compresión de Albañilería

Se calculará para cada prisma la relación  $hp/tp$  entre la altura ( $hp$ ) y la menor dimensión lateral ( $tp$ ) de este prisma. Se determinará el factor de corrección de la Tabla 1 (NTP 399.605). Para valores de  $hp/tp$  intermedios, el factor de corrección se calculará mediante interpolación lineal de los valores de la Tabla 22.

**Tabla 22**

*Norma E-070 / Tabla 1. Factores de Corrección Altura/Espesor para la Resistencia en Compresión de Prismas de Albañilería.*

<b>factores de corrección altura/espesor para la resistencia en compresión de prismas de albañilería</b>							
<b>hp / tpA</b>	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
<b>Factor de corrección</b>	0.7	0.8	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2
	5	6		4	7	5	2

**Fuente:** Norma Técnica Peruana 399.605

A  $hp/tp$  = Relación de la altura del prisma y las medidas menores laterales del prisma.

Multiplicar la resistencia del prisma de albañilería por el factor de corrección del prisma correspondiente.

Calcular la resistencia a la compresión de albañilería,  $f_{mt}$ , para cada conjunto de prismas promediando los valores obtenidos.

## **Geometría**

Cada pila estaba compuesta por 3 ladrillos de Concreto, se usó una junta de 1.5 cm de espesor y un capping de 5 mm.

## **Secuencia de Construcción**

La secuencia de construcción fue la siguiente

Se seleccionaron los ladrillos eliminando los que tenían esquinas defectuosas o rajaduras, luego se limpiaron con una brocha eliminando las partículas sueltas propias de la arena rociada en la zona de tendido.

Se mojaron las unidades 30 minutos antes del asentado.

Se preparó suficiente mortero para usarse en 1 hora de trabajo, con una dosificación en volumen 1: 4 (cemento: arena). Empleando el cemento Tipo I Pacasmayo

Para el asentado se colocó el primer ladrillo sobre una superficie horizontal con la cara ranurada hacia arriba para luego proceder a cubrirla con una capa de mortero, garantizando que la siguiente unidad asiente completamente sin formar vacío alguno.

Con la ayuda de un nivel de burbuja se garantizó la verticalidad de las pilas además de ser empleado como escantillón.

No realizándose ningún tipo de curado de juntas en especial.

El capping fue con mezcla 1:1 yeso cemento, el cual sirvió para nivelar la cara liza de la primera unidad, así como la cara ranurada da la última de cada pila.

#### 3.8.6.2. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión diagonal.

Esta norma establece el método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión diagonal (corte), en muretes de albañilería de dimensión mínima de 600 mm x 600 mm, mediante la aplicación de una carga de compresión a lo largo de una diagonal, originando de esa manera una falla por tracción diagonal que hace el espécimen se fisure en la dirección paralela a la aplicación de la carga.

Los muretes en los que se realizaron los ensayos fueron los siguientes: 2 muretes elaborados con los ladrillos de la Ladrillera San Luis, 2 muretes elaborados con ladrillos con porcentaje de adición de limalla 0%, 2 muretes elaborados con ladrillos con porcentaje de adición de limalla 25%, 2 muretes elaborados con ladrillos con porcentaje de adición de limalla 35% y 2 muretes

elaborados con ladrillos con porcentaje de adición de limalla 50%. Obteniéndose un total de 10 muretes que se sometieron al ensayo de compresión diagonal en el Laboratorio N°1 de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería.

a. Esfuerzo Cortante

Calcular el esfuerzo cortante en los muretes sobre la base del área bruta de la diagonal cargada, como sigue:

$$V_m = 0.707 P / A_b \dots\dots\dots (23)$$

**Ecuación 23. Esfuerzo cortante**

$V_m$ =esfuerzo cortante sobre el área bruta, en MPa

P=carga aplicada, en N; y

$A_b$ =área bruta del espécimen, en mm<sup>2</sup>, calculada como sigue

$$A_b = ((l+h)/2) \times t \dots\dots\dots (24)$$

**Ecuación 24. Área del espécimen**

l=largo del murete, en mm

h=altura del murete, en mm; y

t=espesor total del murete

b. Geometría

Los muretes estuvieron compuestos por 15 ladrillos de concreto, unidades distribuidas en seis hileras, las mismas que contaban con 2 ½ unidades. Se empleó una junta de 15 mm de espesor entre cada hilera.

c. Secuencia de Construcción

La secuencia de construcción fue siguiente:

Se seleccionaron los ladrillos eliminando por los que tenían esquinas defectuosas o rajaduras, luego se limpiaron con una brocha eliminando las partículas sueltas propias de la arena rociada en la zona de tendido.

Se mojaron las unidades 30 minutos antes del asentado

Se preparó suficiente mortero para usarse en 1 hora de trabajo, con una dosificación en volumen 1:4 (cemento: arena) empleando el cemento Tipo I Pacasmayo.

Antes de asentar los ladrillos se colocó una cama de arena sobre la mesa de trabajo, la que sirvió para nivelar y asentar correctamente la primera hilada de ladrillos

Para el asentado se colocaron los primeros ladrillos sobre la cama de arena, con la cara ranurada hacia arriba, para luego proceder a cubrirla con una capa de mortero,

garantizando que la siguiente unidad asiente completamente sin formar vacío alguno.

Con la ayuda de un nivel de burbuja se garantizó la verticalidad de los muretes además de ser empleado como escantillón en la construcción.

No realizándose ningún tipo de curado de juntas en especial.

El capping fue con mezcla 1:1 yeso cemento.

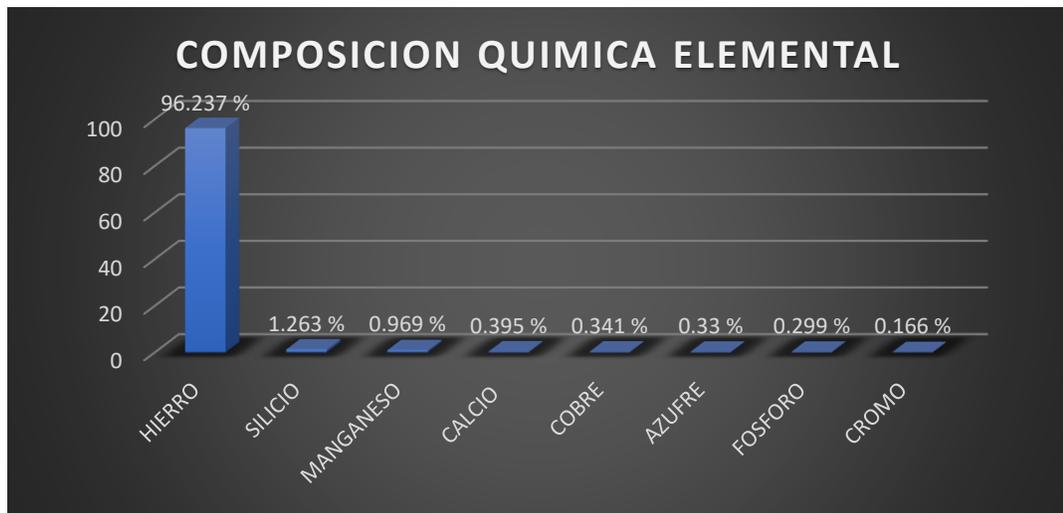
# CAPÍTULO IV:

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis en interpretación de resultados

#### 4.1.1. Resultado del Análisis Químico de Limalla



**Gráfico 01.** Comparación porcentual de los elementos químicos componentes de la Limalla.

*Fuente:* LABICER (Laboratorio N° 12)

Se tomaron un 1kg de Limalla provenientes de Sider – Peru, para luego llevarlos a los laboratorios de LABICER, de la Universidad de Ingeniería, lo cual nos entregaron los resultados dentro de tres días con un informe técnico, que se anexa como (ANEXO 15), los ensayos realizados son análisis de composición química elemental y análisis de composición química expresada en óxidos. En el gráfico se observa que el 96.237% es hierro (Fe), silicio (Si) 1.263% y manganeso, calcio, cobre, azufre fósforo plomo son un mínimo.

Para la elaboración de los ladrillos de concreto se tomó la muestra como agregado, dado que no tiene composición puzolánica.

#### 4.1.2. Resultados del análisis de los materiales utilizados

Para la elaboración de ladrillos de concreto en la ladrillera "Asociación de ladrilleros de san luis", provenientes de la cantera "vesique".

##### 4.1.2.1. Agregado Global

###### a. Análisis Granulométrico

**Tabla 23**

Porcentajes que pasan según NTP 400.037 para agregado fino.

<b>NORMA TECNICA PERUANA 400.037</b>		
<b>TAMAÑO DE TAMIZ</b>	<b>PORCENTAJE QUE PASA EN PESO</b>	
	<b>LIMITES TOTALES</b>	<b>GRADACION</b>
<b>3/8" ( 9.5 mm)</b>	100	100
<b>N°4 ( 4.75 mm)</b>	89 @ 100	95 @ 100
<b>N°8 ( 4.75 mm)</b>	65 @ 100	80 @ 100
<b>N°16 ( 4.75 mm)</b>	45 @ 100	50 @ 100
<b>N°30 ( 4.75 mm)</b>	25 @ 100	25 @ 100
<b>N°50 ( 4.75 mm)</b>	5 @ 100	10 @ 100
<b>N°100( 4.75 mm)</b>	0 @ 100	2 @ 100

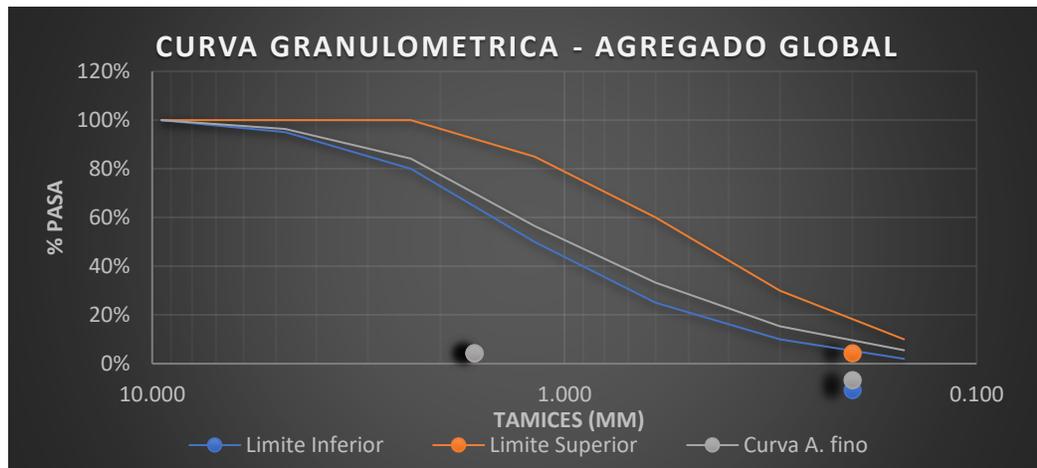
Fuente: norma técnica peruana 400.037

**Tabla 24**

Porcentajes de pasantes acumulados del agregado global, cantera "vesique".

<b>TAMIZ</b>	<b>Límite</b>	<b>Pasante</b>	<b>Limite</b>	<b>Verificación</b>	
<b>Pulg. mm</b>	<b>Inferior</b>	<b>Acumulado</b>	<b>Superior</b>		
		<b>(%)</b>			
<b>3/8"</b>	9.500	100%	100.00%	100%	CUMPLE
<b>N° 4</b>	4.750	95%	96.39%	100%	CUMPLE
<b>N° 8</b>	2.360	80%	84.24%	100%	CUMPLE
<b>N° 16</b>	1.180	50%	56.53%	85%	CUMPLE
<b>N° 30</b>	0.600	25%	33.23%	60%	CUMPLE
<b>N° 50</b>	0.300	10%	15%	30%	CUMPLE
<b>N° 100</b>	0.150	2%	5.52%	10%	CUMPLE

Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)



**Gráfico 02.** Curva granulométrica del agregado global.

*Fuente:* Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)

#### b. Propiedades del Agregado Global

**Tabla 25**

*Propiedades del agregado global, de la cantera "vesique"*

<b>PROPIEDADES DEL AGREGADO GLOBAL</b>	
Peso unitario suelto ( $\text{kg/m}^3$ )	1681.84
Peso unitario compacto ( $\text{kg/m}^3$ )	1841.62
Contenido de humedad (%)	0.335
Peso específico ( $\text{gr/cm}^3$ )	2.762

*Fuente:* Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)

#### 4.1.2.2. Arena Fina

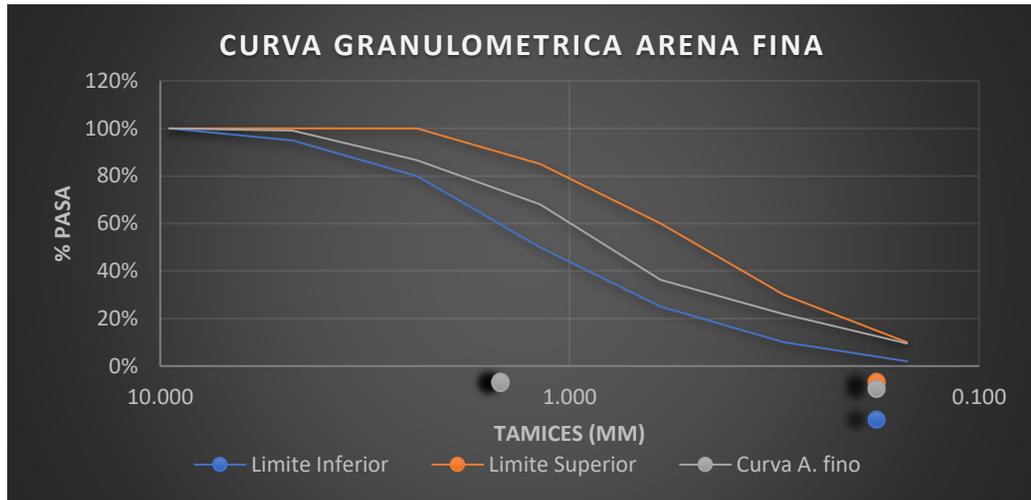
##### a. Análisis Granulométrico

**Tabla 26**

*Porcentajes de pasantes acumulados de la arena fina. cantera "vesique".*

TAMIZ		Límite Inferior	Pasante Acumulado (%)	Límite Superior	Verificación
Pulg.	mm				
3/8"	9.500	100%	100.00%	100%	CUMPLE
N° 4	4.750	95%	99.10%	100%	CUMPLE
N° 8	2.360	80%	86.59%	100%	CUMPLE
N° 16	1.180	50%	68.07%	85%	CUMPLE
N° 30	0.600	25%	36.34%	60%	CUMPLE
N° 50	0.300	10%	22%	30%	CUMPLE
N° 100	0.150	2%	9.51%	10%	CUMPLE

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*



**Gráfico 03.** Curva granulométrica de la arena fina.

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*

#### b. Propiedades de la Arena Fina

**Tabla 27**

*Propiedades de la arena fina, de la cantera "vesique"*

<b>PROPIEDADES DE LA ARENA FINA</b>	
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1647.367
Peso unitario compacto (kg/m <sup>3</sup> )	1809.573
Contenido de humedad (%)	0.224
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.688

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*

#### 4.1.2.3. Confitillo

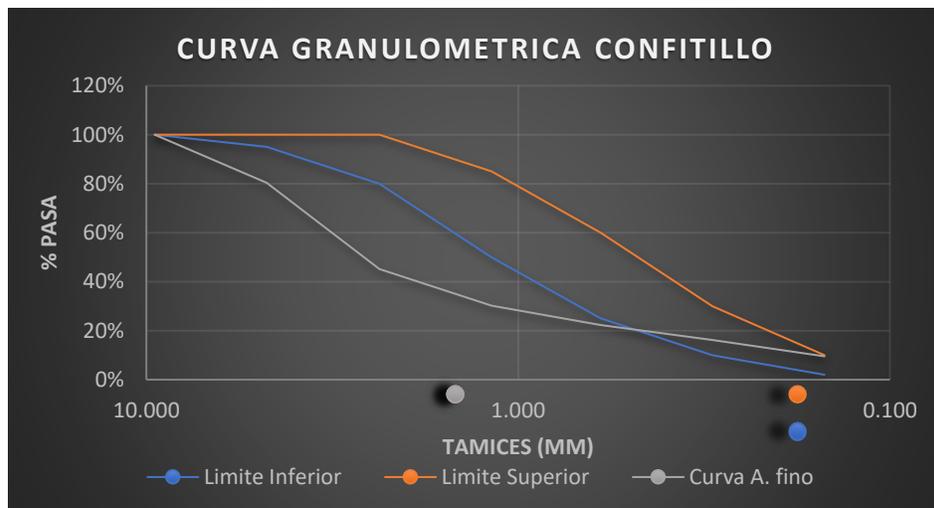
##### a. Análisis Granulométrico

**Tabla 28**

*Porcentajes de pasantes acumulados del Confitillo cantera "vesique".*

TAMIZ	Pulg.	mm	Limite Inferior	Pasante Acumulado (%)	Limite Superior	Verificación
3/8"		9.500	100%	100.00%	100%	CUMPLE
N° 4		4.750	95%	80.34%	100%	NO CUMPLE
N° 8		2.360	80%	45.14%	100%	NO CUMPLE
N° 16		1.180	50%	30.19%	85%	NO CUMPLE
N° 30		0.600	25%	22.27%	60%	NO CUMPLE
N° 50		0.300	10%	16%	30%	CUMPLE
N° 100		0.150	2%	9.53%	10%	CUMPLE

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*



**Gráfico 04.** *Curva granulométrica del Confitillo.*

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*

b. Propiedades del Confitillo

**Tabla 29**

*Propiedades de la arena fina, del confitillo "vesique"*

<b>PROPIEDADES DEL CONFITILLO</b>	
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1899.941
Peso unitario compacto (kg/m <sup>3</sup> )	2095.422
Contenido de humedad (%)	0.330
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.825

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*

4.1.2.4. Limalla

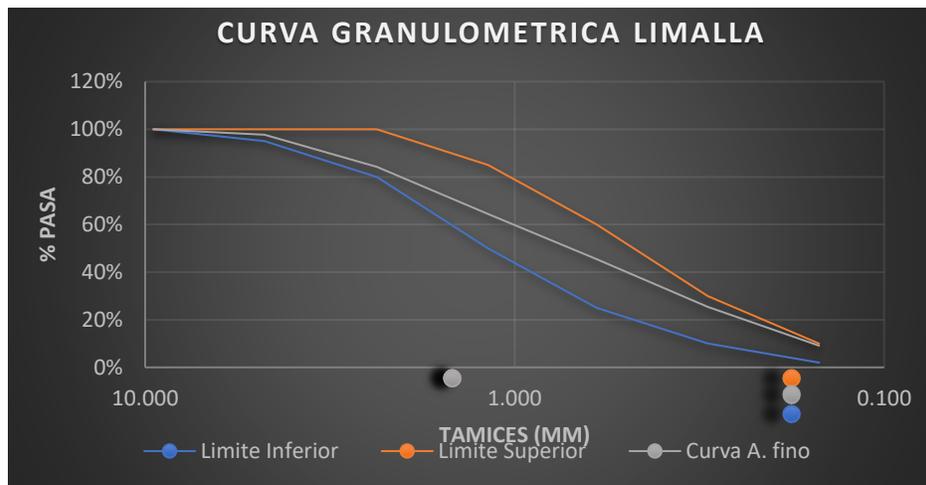
a. Análisis Granulométrico

**Tabla 30**

*Porcentajes de pasantes acumulados de la Limalla - "Sider-Peru"*

<b>TAMIZ</b>		<b>Limite</b>	<b>Pasante</b>	<b>Limite</b>	<b>Verificación</b>
<b>Pulg.</b>	<b>mm</b>	<b>Inferior</b>	<b>Acumulado</b>	<b>Superior</b>	
			<b>(%)</b>		
<b>3/8"</b>	9.500	100%	100.00%	100%	CUMPLE
<b>N° 4</b>	4.750	95%	97.70%	100%	CUMPLE
<b>N° 8</b>	2.360	80%	84.17%	100%	CUMPLE
<b>N° 16</b>	1.180	50%	64.43%	85%	CUMPLE
<b>N° 30</b>	0.600	25%	45.49%	60%	CUMPLE
<b>N° 50</b>	0.300	10%	25%	30%	CUMPLE
<b>N° 100</b>	0.150	2%	9.12%	10%	CUMPLE

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*



**Gráfico 05.** Curva granulométrica de la Limalla

*Fuente:* Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)

b. Propiedades de la Limalla

**Tabla 31**

*Propiedades de la arena fina, de la limalla "Sider-Peru"*

PROPIEDADES DE LA LIMALLA	
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	2301.573
Peso unitario compacto (kg/m <sup>3</sup> )	2671.197
Contenido de humedad (%)	0.067
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	5.000

*Fuente:* Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)

4.1.2.5. Agregado Preparado

a. Análisis Granulométrico

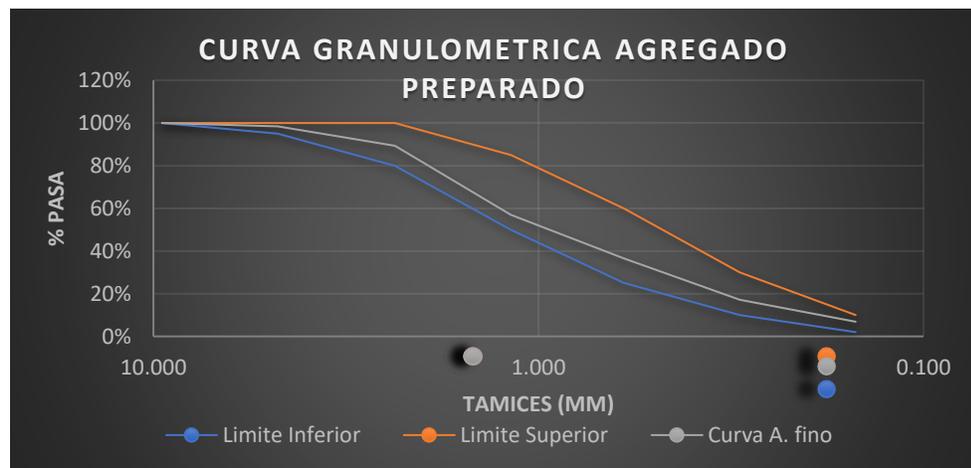
**Tabla 32**

TAMIZ	Límite Inferior	Pasante Acumulado (%)	Límite Superior	Verificación	
<b>Pulg. mm</b>					
<b>3/8"</b>	9.500	100%	100.00%	100%	CUMPLE
<b>N° 4</b>	4.750	95%	98.41%	100%	CUMPLE

N° 8	2.360	80%	89.35%	100%	CUMPLE
N° 16	1.180	50%	56.95%	85%	CUMPLE
N° 30	0.600	25%	36.48%	60%	CUMPLE
N° 50	0.300	10%	17%	30%	CUMPLE
N° 100	0.150	2%	6.87%	10%	CUMPLE

Porcentajes de pasantes acumulados del agregado preparado cantera "vesique"

Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)



**Gráfico 06.** Curva granulométrica del agregado preparado

Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)

## b. Propiedades del Agregado Preparado

**Tabla 33**

Propiedades del agregado preparado, cantera: "vesique"

PROPIEDADES DEL AGREGADO PREPRADO	
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1861.073
Peso unitario compacto (kg/m <sup>3</sup> )	1998.634
Contenido de humedad (%)	0.355
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.747

Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)

4.1.3. Resultado de los ensayos realizados de los ladrillos de concreto, provenientes de la ladrillera "asociación de ladrilleros de san luis", y los ladrillos de concreto elaborados en los laboratorios de la universidad nacional del santa.

#### 4.1.3.1. Ensayos Clasificatorios

##### 4.1.3.1.1. Ensayos de Variación Dimensional

**Tabla 34**

*Ensayo de variación dimensional de las unidades.*

CARACTERISTICAS	LADRILLE RA "ASOCIAC ION DE LADRILLE ROS DE SAN LUIS"	LIMAL LA 0%	LIMAL LA 25%	LIMAL LA 35%	LIMAL LA 50 %
VARIACION	LARGO	0.27	0.00	0.00	0.01
DIMENSIONAL (%)	ANCHO	0.16	0.03	0.00	0.03
	ALTO	0.50	0.00	0.02	0.02

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*

**Tabla 35**

*Coefficiente de variación de las unidades.*

CARACTERISTICAS	LADRILLE RA "ASOCIAC ION DE LADRILLE ROS DE SAN LUIS"	LIM ALL A 0%	LIMA LLA 25%	LIMA LLA 35%	LIMA LLA 50 %	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)	LARGO	0.288	0.031	0.011	0.011	0.023
	ANCHO	0.344	0.044	0.038	0.044	0.049
	ALTO	0.973	0.057	0.044	0.057	0.044

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*

**Tabla 36**

*Desviación estándar de las unidades.*

CARACTERISTICAS		LADRIL LERA "ASOCI ACION DE LADRIL LERS DE SAN LUIS"	LIMAL LA 0%	LIMAL LA 25%	LIMAL LA 35%	LIMA LLA 50 %
DESVIACIO N ESTANDAR	LARGO	0.62	0.07	0.02	0.02	0.05
	ANCH O	0.43	0.06	0.05	0.06	0.06
	ALTO	0.80	0.05	0.04	0.05	0.04

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*

Se realizaron los ensayos de variación dimensional de las unidades de concreto provenientes de la ladrillera "Asociación de ladrilleros de san luis", y las unidades elaboradas con adición de limalla, con diferentes porcentajes, en los laboratorios de mecánica del concreto de la Universidad Nacional del Santa.

La variación dimensional con los porcentajes de limalla son mínimos comparados a la ladrillera "San Luis".

#### 4.1.3.1.2. Ensayos de Alabeo

**Tabla 37**

*Ensayo de alabeo de las unidades de la ladrillera "Asociación de ladrilleros de san luis", y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de limalla.*

CARACTERISTICAS		LADRILLE RA "ASOCIAC ION DE LADRILLE	LIMAL LA 0%	LIMAL LA 25%	LIMAL LA 35%	LIMAL LA 50 %
-----------------	--	--------------------------------------------------	----------------	--------------------	--------------------	---------------------

ROS DE SAN LUIS"						
<b>ALABEO (mm)</b>	CONCAVIDAD	3.2	1.12	0.88	0.93	0.87
	CONVEXIDAD	3.3	1.11	0.80	0.95	0.80

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*

Se realizó los ensayos de alabeo siguiendo NTP 331.018, en los laboratorios de la Universidad Nacional del Santa, como se puede observar en la tabla N° 35, el alabeo no es tan significativo.

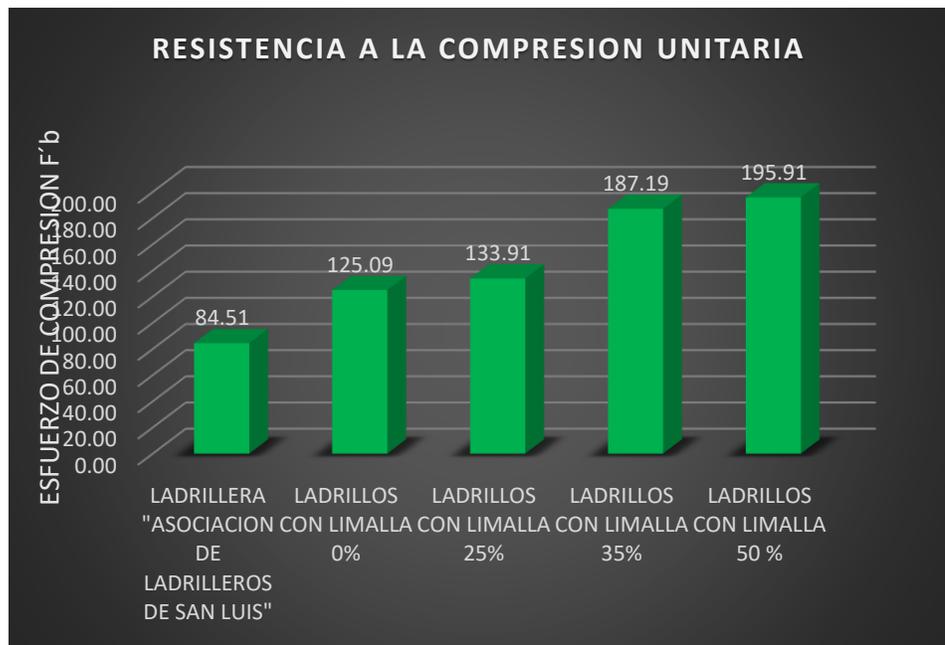
#### 4.1.3.1.3. Ensayos de Resistencia a la Compresión Unitaria

##### **Tabla 38**

*Ensayo de resistencia a la compresión unitaria, de las unidades de la ladrillera "Asociación de ladrilleros de san luis", y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.*

CARACTERÍSTICAS	LADRILLERA "ASOCIACIÓN DE LADRILLEROS DE SAN LUIS"	LIMALLA 0%	LIMALLA 25%	LIMALLA 35%	LIMALLA 50%
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNITARIA (kg/cm <sup>2</sup> )	84.51	125.09	133.91	187.19	195.91

*Fuente: Ensayo de laboratorio (GEOMG S.A.C)*



**Gráfico 07.** Comparación de la resistencia a la compresión unitaria de las unidades de la ladrillera “Asociación de ladrilleros de san luis”, y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.

**Fuente:** Ensayo de laboratorio (GEOMG S.A.C)

En la gráfica se puede observar que la resistencia a la compresión unitaria de las unidades aumenta ascendentemente en proporción a la adición de Limalla, también se puede observar que los ladrillos provenientes de la ladrillera “asociación de ladrilleros de san luis”, tienen menor resistencia comparado a las unidades de la muestra patrón (limalla al 0%).

En forma de resumen se puede decir que la ladrillera: “asociación de ladrilleros de san luis”, son de ladrillo de tipo II, según el RNE, y la muestra patrón limalla al 0%, ladrillos de tipo III y adicionando limalla al 50% se obtendrá ladrillos tipo V. Todos los ensayos se realizaron a los 28 días de su elaboración de las unidades.

#### 4.1.3.2. Ensayos No Clasificatorios

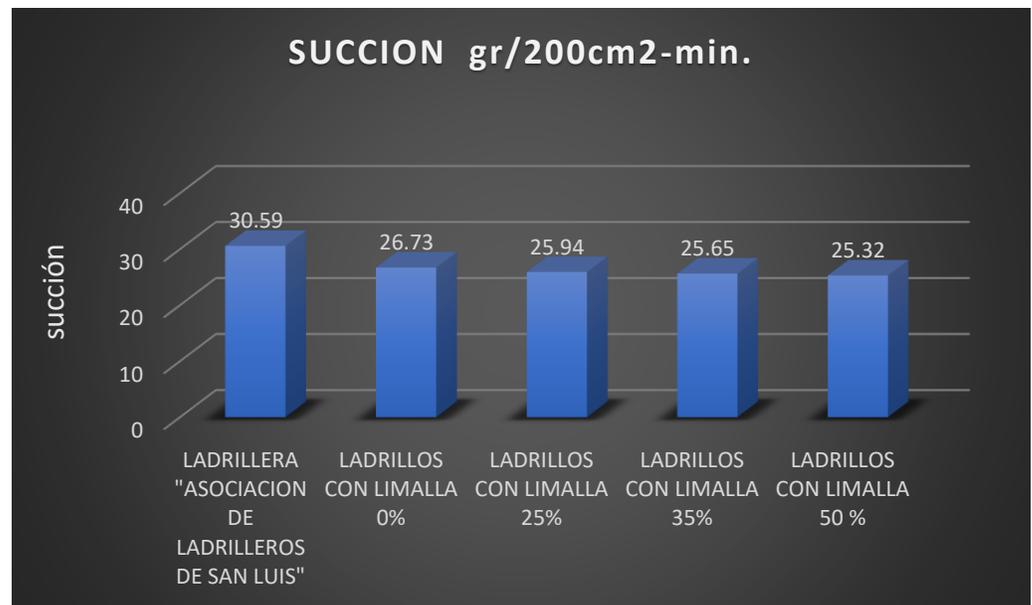
##### 4.1.3.2.1. Ensayos de Succión

**Tabla 39**

*Ensayo de Succión, de las unidades de la ladrillera "Asociación de ladrilleros de san luis", y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.*

CARACTERISTICAS	LADRILLERA "ASOCIACION DE LADRILLEROS DE SAN LUIS"	LIMALLA 0%	LIMALLA 25%	LIMALLA 35%	LIMALLA 50 %
SUCCION gr/200cm <sup>2</sup> -min.	30.59	26.73	25.94	25.65	25.32

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*



**Gráfico 08.** *Comparación de Succión de las unidades de la ladrillera "Asociación de ladrilleros de san luis", y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.*

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*

En la gráfica se puede observar que la succión de las unidades de la ladrillera "asociación de ladrilleros de san luis", es 30.59 gr/200cm<sup>2</sup>-min. y la muestra patrón con limalla al 0%, disminuye a 26.73 gr/200cm<sup>2</sup>-min, desde allí adicionando limalla, la succión disminuye en lo mínimo

llegando a 25.32 gr/200cm<sup>2</sup>-min con limalla al 50%, que estos datos aún están fuera de los rangos permitidos de 10 – 20 gr/200cm<sup>2</sup>-min.

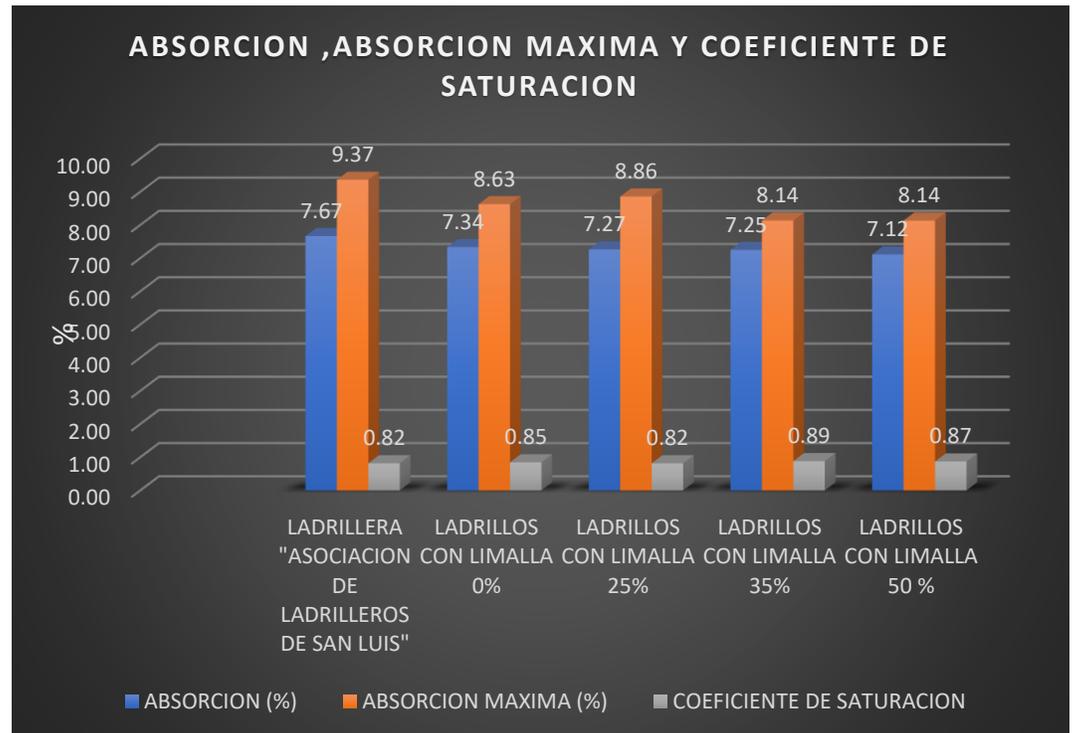
#### 4.1.3.2.2. Ensayo de Absorción y Absorción Máxima

**Tabla 40**

*Ensayo de Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación, de las unidades de la ladrillera "Asociación de ladrilleros de san luis", y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.*

CARACTERISTICAS	LADRILLERA "ASOCIACION DE LADRILLEROS DE SAN LUIS"	LIMALLA 0%	LIMALLA 25%	LIMALLA 35%	LIMALLA 50 %
ABSORCION (%)	7.67	7.34	7.27	7.25	7.12
ABSORCION MAXIMA (%)	9.37	8.63	8.86	8.14	8.14
COEFICIENTE DE SATURACION	0.82	0.85	0.82	0.89	0.87

*Fuente: Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)*



**Gráfico 09.** Comparación de Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación, de las unidades de la ladrillera "Asociación de ladrilleros de san luis", y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.

*Fuente:* Datos de Laboratorio, Universidad Nacional del Santa (2021)

En la gráfica se puede observar que la absorción es similar en todas las unidades la variación es mínima, y son menores que 22%, lo cual cumple con el RNE E- 070, donde indica que la absorción no debe sobrepasar los 22%. Y la Norma Técnica Peruana 331.017 no especifica un límite.

4.1.4. Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión axial (pilas), y resistencia a la compresión diagonal (muretes), de las unidades.

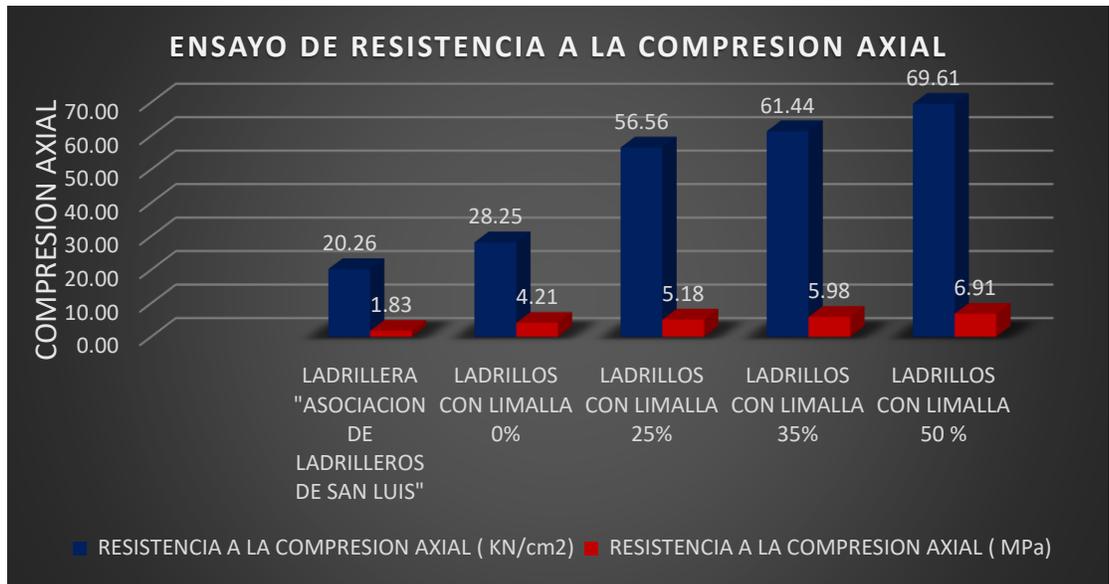
#### 4.1.4.1. Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial (Pilas)

**Tabla 41**

*Ensayo de resistencia a la compresión axial de las unidades.*

CARACTERÍSTICAS	LADRILLEROS DE "ASOCIACIÓN DE LADRILLEROS DE SAN LUIS"	LADRILLOS CON LIMALLA A 0%	LADRILLOS CON LIMALLA A 25%	LADRILLOS CON LIMALLA A 35%	LADRILLOS CON LIMALLA A 50%
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL (KN/cm <sup>2</sup> )	20.26	28.25	56.56	61.44	69.61
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL (MPa)	1.83	4.21	5.18	5.98	6.91

*Fuente:* Ensayo de laboratorio (GEOMG S.A.C)



**Gráfico 10.** Comparación de la resistencia a la compresión axial, de las unidades de la ladrillera "Asociación de ladrilleros de san luis", y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.

*Fuente:* Ensayo de laboratorio (GEOMG S.A.C)

En el grafico se puede observar que las pilas de la ladrillera san luis es 20.26 kg/cm<sup>2</sup> su resistencia a la compresión axial, con limalla al 0% como muestra patrón tenemos 28.25 kg/cm<sup>2</sup>, mayor que la anterior, ahora adicionando limalla al 25% es 56.56 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual aumenta considerablemente, limalla al 35% tiene una resistencia de 61.44 kg/cm<sup>2</sup>, y limalla al 50% aumenta a 69.61 kg/cm<sup>2</sup>. Cada vez que se aumenta la limalla la resistencia sube, pero es más costoso elaborar estas unidades con mayores porcentajes. Todos los ensayos se realizaron a los 28 días de su elaboración de las pilas, con las unidades elaboras después de 28 días.

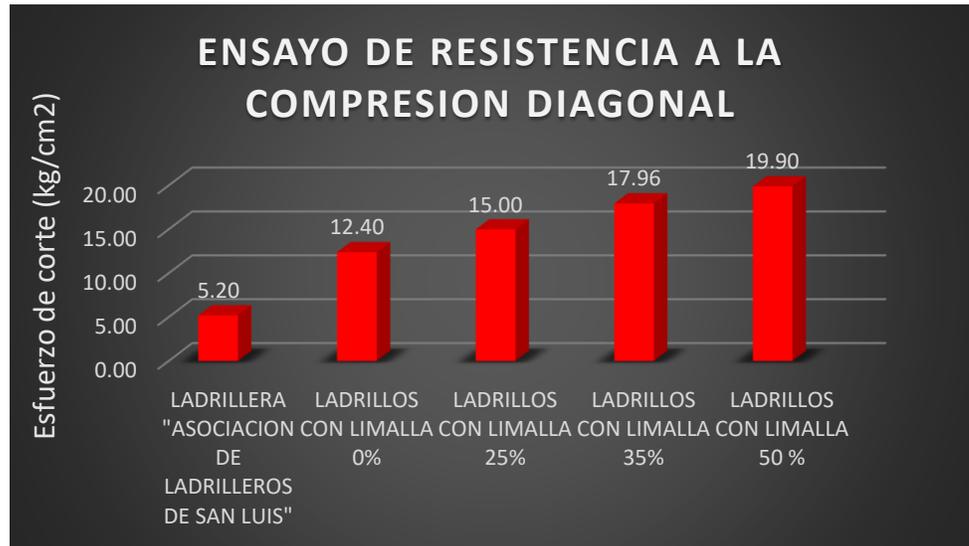
#### 4.1.4.2. Ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal (Muretes)

**Tabla 42**

*Ensayo de resistencia a la compresión Diagonal de las unidades.*

CARACTERÍSTICAS	LADRILLERA "ASOCIACION DE LADRILLEROS DE SAN LUIS"	LADRILLOS CON LIMALLA 0%	LADRILLOS CON LIMALLA 25%	LADRILLOS CON LIMALLA 35%	LADRILLOS CON LIMALLA 50%
ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	5.20	12.40	15.00	17.96	19.90

*Fuente: Laboratorio N°1 de ensayo de materiales – LEM - (UNI)*



**Gráfico 11.** *Comparación de la resistencia a la compresión Diagonal, de las unidades de la ladrillera “Asociación de ladrilleros de san luis”, y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.*

*Fuente: Laboratorio N°1 de ensayo de materiales – LEM - (UNI)*

En el gráfico se puede observar que los muretes de la ladrillera san luis es 5.20 kg/cm<sup>2</sup> su resistencia a la compresión diagonal, con limalla al

0% como muestra patrón tenemos 12.40 kg/cm<sup>2</sup>, mayor que la anterior, ahora adicionando limalla al 25% es 15.00 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual aumenta considerablemente, limalla al 35% tiene una resistencia de 17.96 kg/cm<sup>2</sup>, y limalla al 50% aumenta a 19.90 kg/cm<sup>2</sup>. Cada vez que se aumenta la limalla la resistencia sube. Todos los ensayos se realizaron a los 28 días de su elaboración de los muretes, con las unidades elaboradas después de 28 días.

#### 4.1.5. Diseño de concreto optimo con limalla para mejorar las propiedades de Ladrillo de concreto

**Tabla 43**

*Ensayos clasificatorios del mortero óptimo*

ENSAYOS		DISEÑO OPTIMO DEL MORTERO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE CONCRETO LIMALLA 25%	
<b>ENSAYOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL</b>	VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)	LARGO	0.00
		ANCHO	0.00
		ALTA	0.00
	COEFICIENT DE VARIACIÓN (%)	LARGO	0.01
		ANCHO	0.04
		ALTA	0.044
DESVIACIÓN ESTANDAR (%)	LARGO	0.02	
	ANCHO	0.05	
<b>ENSAYO DE ALABEO</b>	CONCAVIDAD	0.88	
	CONVEXIDAD	0.8	

*Fuente: Fuente Elaboración Propia*

**Tabla 44**

*Ensayo de resistencia a la compresión unitaria*

ENSAYOS	DISEÑO OPTIMO DEL MORTERO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE CONCRETO LIMALLA 25%
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNITARIA (KG/CM2)	133.91

*Fuente: Fuente Elaboración Propia*

**Tabla 45**

*Ensayo de resistencia a la compresión axial y resistencia a la compresión diagonal*

ENSAYOS	DISEÑO OPTIMO DEL MORTERO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE CONCRETO LIMALLA 25%
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL (KN /CM2)  56.56
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL (KN /CM2)  5.18
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL	ESFUERZO DE CORTE (KG/CM2)  15

*Fuente: Fuente Elaboración Propia*

**Tabla 46**

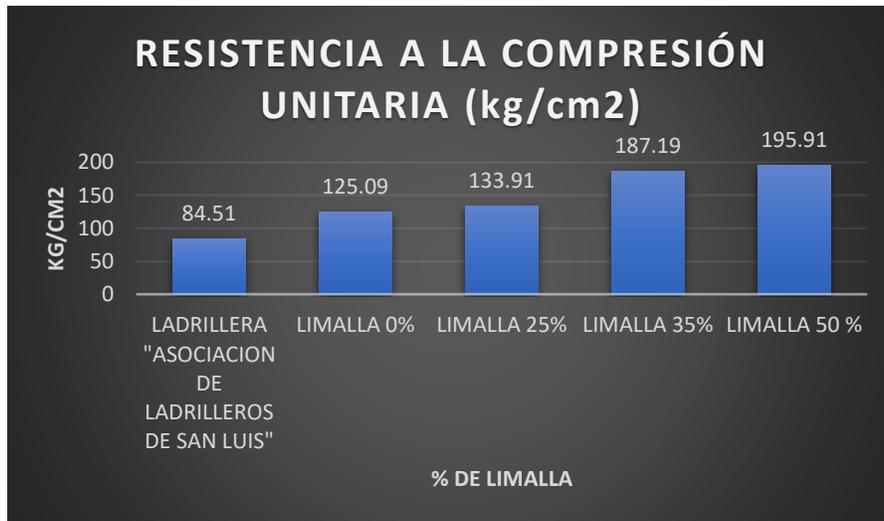
*Ensayos no clasificatorios*

ENSAYOS		DISEÑO OPTIMO DEL MORTERO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO DE CONCRETO LIMALLA 25%
ENSAYO DE SUCCIÓN	SUCCIÓN gr/200 cm <sup>2</sup> - min	25.94
ENSAYO DE ABSORCIÓN Y ABSORCIÓN MAXIMA	ABSORCIÓN (%)	7.27
	ABSORCIÓN MAXIMA (%)	8.86
	COEFICIENTE DE SATURACIÓN	0.82

*Fuente: Fuente Propia*

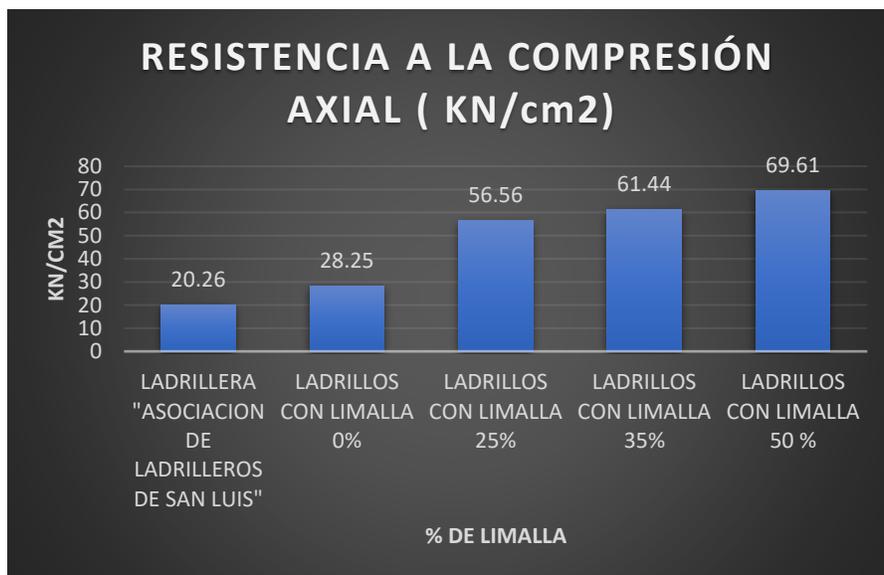
El diseño del concreto óptimo para mejorar las propiedades del ladrillo de concreto es el que contiene un 25% de limalla, es decir para un m<sup>3</sup> de concreto optimo se necesita 2.98 bls de cemento, 0.76 m<sup>3</sup> de agregado global, 0.21 m<sup>3</sup> de confitillo, 0.13 m<sup>3</sup> de arena fina y 0.25 m<sup>3</sup> de limalla. Asimismo, el ladrillo que contiene un 25% de limalla presenta una resistencia mayor a la muestra patrón y su producción es económica.

4.1.6. La adición de limalla como alternativa técnica en la elaboración de ladrillos artesanales de concreto en Chimbote.



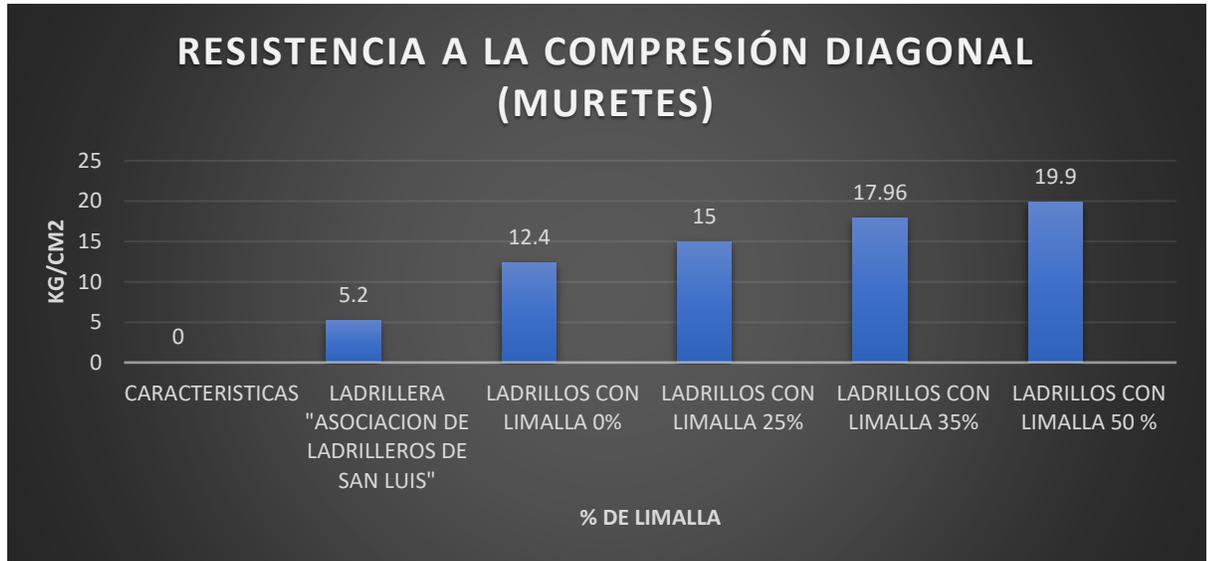
**Gráfico 12.** Resistencia a la Compresión Unitaria, de las unidades de la ladrillera "Asociación de ladrilleros de san luis", y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.

*Fuente:* Ensayo de laboratorio (GEOMG S.A.C)



**Gráfico 13.** Resistencia a la Compresión Axial, *de las unidades de la ladrillera "Asociación de ladrilleros de san luis", y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.*

*Fuente: Ensayo de laboratorio (GEOMG S.A.C)*



**Gráfico 14.** Resistencia a la Compresión Diagonal, *de las unidades de la ladrillera "Asociación de ladrilleros de san luis", y las unidades elaboradas con diferentes porcentajes de Limalla.*

*Fuente: Laboratorio N°1 de ensayo de materiales – LEM - (UNI)*

La adición de limalla logra mayor resistencia a la compresión unitaria, mayor resistencia a la compresión diagonal y mayor resistencia a la compresión axial con respecto a la muestra patrón, mejorando las características del ladrillo de concreto, asimismo su producción es de bajo costo haciéndolo económico y accesible para futuras construcciones.

#### 4.1.7. Análisis de los diseños respecto a densidad seca, absorción y conductividad térmica

##### **Prueba de normalidad**

##### **Hipótesis**

H1. No existe normalidad en las resistencias a la compresión unitaria.

H0. Existe normalidad en las resistencias a la compresión unitaria.

##### **Nivel de significancia**

0,05

##### **Regla para decidir**

Si Sig. <0,05 se rechaza H0

Si Sig. >0,05 no se rechaza H0

##### **Estadístico**

**Tabla 47**

*Prueba de normalidad en las resistencias a la compresión unitaria*

Ensayo		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
<b>Resistencia a la compresión unitaria KG/CM2</b>	Patrón	0,887	5	0,344
	Limalla al 25%	0,674	5	0,005
	Limalla al 35%	0,940	5	0,665
	Limalla al 50%	0,864	5	0,243

*Fuente: Elaboración propia*

La significancia indicó que no existe normalidad en un ensayo de la resistencia a la compresión axial, de manera que se utiliza la prueba de KRUSKAL WALLIS para evaluar si existe variación significativa entre los ensayos empleados.

## Prueba de KRUSKAL WALLIS

### Hipótesis

H1. Existe variación significativa entre las resistencias a la compresión unitaria.

H0. No existe variación significativa entre las resistencias a la compresión unitaria.

### Nivel de significancia

0,05

### Regla para decidir

Si Sig. <0,05 se rechaza H0

Si Sig. >0,05 no se rechaza H0

### Estadístico

#### Tabla 48

*Prueba KRUSKAL WALLIS de los diseños a los 7 días de medición*

	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNITARIA KG/CM2</b>
<b>H de Kruskal- Wallis</b>	14,429
<b>gl</b>	3
<b>Sig. asintótica</b>	0,002

*Fuente: Elaboración propia*

La significancia fue 0,002; de manera que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que existe variación significativa entre las resistencias a la compresión unitaria.

Puesto que un ensayo no resulto paramétrico, no es necesario realizar un análisis de igualdad de varianzas.

Ahora se hace la prueba Post-Hoc para analizar entre cuales diseños se da las diferencias significativas.

### Prueba de Post Hoc

**Tabla 49**

*Prueba Post-Hoc de T3 Dunnet de los ensayos realizados respecto a la resistencia a la compresión unitaria*

(I) LIMALLA		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
Patrón	Al 25%	-8.810	7.012	0.751
	Al 35%	-62.096	9.087	0.001
	Al 50%	-70.810	8.574	0.000
Al 25%	Patrón	8.810	7.012	0.751
	Al 35%	-53.286	7.099	0.002
	Al 50%	-62.000	6.429	0.000
Al 35%	Patrón	62.096	9.087	0.001
	Al 25%	53.286	7.099	0.002
	Al 50%	-8.714	8.646	0.879
Al 50%	Patrón	70.810	8.574	0.000
	Al 25%	62.000	6.429	0.000
	Al 35%	8.714	8.646	0.879

*Fuente: Elaboración propia*

La prueba T3 Dunnet indica que no existen diferencias significativas entre los ensayos de patron con limalla al 25% y limalla al 35% con limalla al 50%.

## **Análisis de la resistencia a la compresión axial**

### **Prueba de normalidad**

#### **Hipótesis**

H1. No existe normalidad en la resistencia a la compresión axial.

H0. Existe normalidad en la resistencia a la compresión axial.

#### **Nivel de significancia**

0,05

#### **Regla para decidir**

Si Sig. <0,05 se rechaza H0

Si Sig. >0,05 no se rechaza H0

#### **Estadístico**

#### **Tabla 50**

*Prueba de normalidad en la resistencia a la compresión axial*

<b>Ensayo</b>		<b>Shapiro-Wilk</b>		
		Estadístico	gl	Sig.
<b>Resistencia a la compresión axial (KN/cm<sup>2</sup>)</b>	Patrón	0.809	3	0.137
	Limalla al 25%	0.992	3	0.827
	Limalla al 35%	0.999	3	0.947
	Limalla al 50%	0.836	3	0.203

*Fuente: Elaboración propia*

La significancia indicó que existe normalidad en la resistencia a la compresión axial de todos los ensayos analizados, de manera que se utiliza la prueba de ANOVA para evaluar si existe variación significativa entre los ensayos empleados.

## **Prueba de ANOVA**

### **Hipótesis**

H1. Existe variación significativa entre los ensayos realizados en cuanto a resistencia a la compresión axial.

H0. No existe variación significativa entre los diseños empleados en cuanto a resistencia a la compresión axial.

### **Nivel de significancia**

0,05

### **Regla para decidir**

Si Sig.  $< 0,05$  se rechaza H0

Si Sig.  $> 0,05$  no se rechaza H0

## Estadístico

**Tabla 51**

*Prueba ANOVA de los ensayos realizados en cuanto a resistencia a la compresión axial*

<b>Resistencia a la compresión axial (KN/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	1159.975		386.658	4.373	0.042
<b>Dentro de grupos</b>	707.329		88.416		
<b>Total</b>	1867.304				

*Fuente: Elaboración propia*

La significancia fue 0,042; de manera que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que existe variación significativa entre los ensayos realizados en cuanto a resistencia a la compresión axial. Ahora se hará una prueba de homogeneidad de varianzas.

### 4.2. Discusión

Para el presente estudio se necesita definir la mejora de las propiedades de ladrillo de concreto con el uso de limalla, para lo cual se elaboró un concreto patrón en laboratorio con porcentaje de adición de 0% (B1), para posteriormente ser comparado con diseños de concreto, donde se le añadió limalla en porcentajes 25%, 35% , 50% y ser analizados en base a su ensayo de variación dimensional, en su ensayo de alabeo, en su ensayo de succión, en su ensayo de resistencia a la compresión diagonal (pilas) , en su ensayo de resistencia a la compresión axial (muretes) y en su ensayo a la compresión unitaria.

El análisis de las propiedades del concreto se analizó a partir de un concreto patrón B1 para compararlo con los concretos de adición de limalla 25%, adición de limalla 35% y adición de limalla de 50%.

La variación dimensional de los concretos se estableció en base a sus porcentajes de largo, ancho y altura. A los 28 días del fraguado el largo obtenido en la muestra base fue de 0.0012% B1, 0.003% para la muestra con incorporación de 25% de limalla, 0.00 para la muestra con incorporación de 35% de limalla y 0.01 para la muestra con incorporación de 50% de limalla. En cuanto el ancho, los valores obtenidos fueron de 0.032 para la muestra base B1, 0.008 para la muestra con incorporación de limalla del 25%, 0.03 con incorporación de limalla de 35% y 0.03 con incorporación de limalla de 50%. En cuanto el alto, los valores obtenidos fueron de 0.003 para la muestra patrón B1, 0.018 para la muestra con incorporación de limalla del 25%, 0.00 con incorporación de limalla de 35% y 0.02 con incorporación de limalla de 50%, lo cual indica que la dimensión varía de acuerdo a la adición del material estudiado.

Las absorciones máximas de los bloques obtenidos resultaron ser 8.63% para la muestra B1, 8.86% para la muestra con incorporación de 25% de limalla, 8.14% para la muestra con incorporación 35% y 8.14% para la muestra con incorporación de 50%. Miah et al. (2020) en su investigación denoto que la porosidad de absorción del concreto se redujo con el aumento de adición de porcentajes de escoria siderúrgica, siendo el mismo resultado obtenido en esta investigación.

El ensayo de alabeo se obtuvo como resultados en concavidad 1.2 mm para la muestra base B1, 0.88 mm para la muestra con la adición de 25%, 0.93mm para la muestra con adición 35% y 0.87mm para la muestra con adición 50%. En cuanto a su convexidad se obtuvo 1.11mm para la muestra base B1, 0.8 para la muestra con adición de 25%, 0.95mm para la muestra con adición de 35% y 0.87 mm para la muestra con adición 50%, lo cual indica que las adiciones tuvieron baja respuesta a diferencia de muestra patrón.

En el ensayo de succión se obtuvo un 26.73 gr/200 cm<sup>2</sup>-min en la muestra patrón B1, 25.94 gr/200 cm<sup>2</sup>-min en la muestra con adición de 25%, 25.65 gr/200 cm<sup>2</sup>-min en la muestra con adición de 35% y 25.32 gr/200 cm<sup>2</sup>-min en la muestra de adición de 50%, lo cual indica que la muestra patrón tiene mayor succión a comparación de las muestras con adición.

Con respecto a la resistencia a la compresión unitaria, fueron evaluados a los 28 días. La resistencia a la compresión unitaria de la muestra base B1 fue de 125.09 kg/cm<sup>2</sup>, para la muestra con adición de 25% fue de 133.91 kg/cm<sup>2</sup>, para la muestra con adición de 35% fue de 187.19 kg/cm<sup>2</sup> y para la muestra con adición de 50% fue de 195.91 kg/cm<sup>2</sup>. Miah et al. (2020) en su estudio indica que la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de 100% de escoria de acero, ha ganado hasta un 70% más que el concreto de control , siendo el mismo resultado obtenido en esta investigación, ya que mientras más aumente el porcentaje de adición, se aumenta la resistencia del ladrillo de concreto, siendo directamente proporcionales. Del mismo modo según Morales & Espinoza (2019) menciona

que los ladrillos de cemento elaborados con escoria como adición en un 20.3% influye en la resistencia en un 10.04% y en una adición de 50% la resistencia a la compresión aumenta en un 165.5% .A comparación de Ahmadi et al. (2017) que difiere aseverando que el principal factor que mejora la resistencia del concreto no es la adición de las fibras de acero sino la calidad de los agregados y la pasta de cemento.

En cuanto a los ensayos de resistencia a la compresión axial de pilas se obtuvo 28.25 KN/cm<sup>2</sup> con la muestra patrón B1, 56.56 KN/cm<sup>2</sup> para la muestra de adición de 25%, 61.44 KN/cm<sup>2</sup> para la muestra de adición de 35% y 69.61 KN/cm<sup>2</sup> para la muestra de adición de 50%. La adición de limalla influye satisfactoriamente en la resistencia a la compresión axial por pilas de concreto, siendo que este aumente conforme se aumenta los porcentajes de adición.

Del mismo modo se obtuvo en el ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes fue de 12.4 Kg/ cm<sup>2</sup> en la muestra patrón B1, 15 Kg/ cm<sup>2</sup> en la muestra con incorporación de 25%, 17.96 Kg/ cm<sup>2</sup> en la muestra con incorporación de 35% y 19.9 Kg/ cm<sup>2</sup> en la muestra con incorporación de 50%. Lo cual indica que el concreto base es de menos resistencia que los concretos con porcentajes de adición de limalla.

# CAPÍTULO V:

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- ✓ Los Ensayos clasificatorios, como la variación dimensional y alabeo, de los ladrillos elaborados en el laboratorio tuvieron mejores resultados que la muestra que se obtuvo de la ladrillera san luis, porque estas propiedades dependen mucho del proceso de elaboración.
  - ✓ Los ensayos de la resistencia a la compresión unitaria de las unidades de la muestra patrón "limalla al 0%" es 125.51 kg/cm<sup>2</sup>, "limalla al 25%" es 133.91 kg/cm<sup>2</sup>, "limalla al 35%" es 187.19 kg/cm<sup>2</sup> y "limalla al 50%" es 195.91 kg/cm<sup>2</sup>. Se puede concluir que la resistencia a la compresión unitaria aumenta ascendentemente respecto a la adición porcentual de limalla. Con estos resultados la muestra patrón limalla al 0%, son ladrillos de tipo III y adicionando limalla al 50% se obtendrá ladrillos tipo V según RNE.
  - ✓ la succión de las unidades de la ladrillera "asociación de ladrilleros de san luis", es 30.59 gr/200cm<sup>2</sup>-min. y la muestra patrón con limalla al 0%, disminuye a 26.73 gr/200cm<sup>2</sup>-min, desde allí adicionando limalla, la succión disminuye en lo mínimo llegando a 25.32 gr/200cm<sup>2</sup>-min con limalla al 50%, que estos datos aún están fuera de los rangos permitidos de 10 – 20 gr/200cm<sup>2</sup>-min.
  - ✓ la absorción es similar en todas las unidades la variación es mínima, y son menores que 22%, lo cual cumple con el RNE E- 070, donde indica que la absorción no debe sobrepasar los 22%. Y la Norma Técnica Peruana 331.017 no especifica un límite.
-

- ✓ Las propiedades a la resistencia a la compresión axial, "pilas" de la ladrillera san luis es 20.26 kg/cm<sup>2</sup>, de la muestra patrón limalla al 0% es 28.25 kg/cm<sup>2</sup>, limalla al 25% es 56.56 kg/cm<sup>2</sup>, limalla al 35% es 61.44 kg/cm<sup>2</sup>, y limalla al 50% es 69.61 kg/cm<sup>2</sup>. Cada vez que se aumenta la limalla la resistencia a la compresión axial aumenta, pero es más costoso elaborar estas unidades con mayores porcentajes.
- ✓ Las propiedades a la resistencia a la compresión diagonal "muretes" de la ladrillera san luis es 5.20 kg/cm<sup>2</sup>, de la muestra patrón limalla al 0% es 12.40 kg/cm<sup>2</sup>, limalla al 25% es 15.00 kg/cm<sup>2</sup>, limalla al 35% es 17.96 kg/cm<sup>2</sup>, y limalla al 50% es 19.90 kg/cm<sup>2</sup>. Cada vez que se aumenta la limalla la resistencia a la compresión diagonal aumenta, pero es más costoso elaborar estas unidades con mayores porcentajes.
- ✓ Las propiedades químicas de la limalla, el 96.237% es hierro (Fe), silicio (Si) 1.263% y manganeso, calcio, cobre, azufre fosforo plomo son un mínimo. Según las propiedades físicas se concluye que es similar al agregado fino.
- ✓ El diseño óptimo para elaborar las unidades con mejores propiedades y obtener un ladrillo de tipo III, que es lo que se utiliza más en las edificaciones confinadas en la ciudad de nuevo Chimbote es con limalla al 25%, dado que su elaboración es menos costosa.

## 5.2. Recomendaciones

- ✓ Se recomienda que los ensayos mecánicos deben ser realizados con una misma máquina de ensayo, para evitar variación en resultados debido a periodos de des calibraciones presentes en las maquinas según el laboratorio en el cual se emplean.
- ✓ Se recomienda en futuros estudios, realizar ladrillos de concreto con diferentes porcentajes de adición a los mostrados, que cumplan con las propiedades mecánicas y físicas por el Reglamento Nacional de Edificaciones en la norma técnica E-070.
- ✓ Se recomienda trabajar con moldes de dimensiones estandarizadas, a fin de obtener unidades de la misma dimensión (22x13x8cm).
- ✓ Se recomienda buscar una gradación en la composición del agregado global, tal que esta no tenga demasiados finos (< 2% de partículas con dimensiones menores a 0.075mm)
- ✓ Realizar la investigación de determinar los costos de producción de la Limalla refinada.

# CAPÍTULO VI:

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 6.1. Bibliografía

- ✓ San Bartolomé Ángel, Quiun Daniel y Silva Wilson. (2011). Diseño y Construcción de Estructura Sismorresistentes de Albañilería. Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ✓ Morales Ávila Edwin Edilberto, Espinoza Matumay Santiago Nicanor (2019) Mejoramiento de las características físico mecánicas de las unidades de albañilería artesanal, ladrillos de cemento, con escoria de horno eléctrico como adición en el proceso de fabricación en nuevo Chimbote (Tesis). Facultad de ingeniería civil, UNS.
- ✓ Arroyo Chate, Mayumi Janeth (2019) publicó el proyecto de tesis: Evaluación de propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto adicionando acero reciclado para muro de albañilería-Huarochirí-Lima, 2019 (Tesis). Facultad de ingeniería civil. UCV.
- ✓ Juan Reyes, Yamid Rodríguez. (2010). Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla (Tesis). Facultad de Ingeniería Civil – Bolivia.
- ✓ Jhony Chávez. (2014). Resistencia a la compresión de un concreto con adición de limaduras de hierro fundido (Tesis). Facultad de ingeniería civil.

- ✓ Zavala Moya Beatriz, (2018), publico el proyecto de tesis: Análisis de la resistencia a compresión de un concreto  $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$  adicionando limalla de acero reciclado respecto al peso del cemento, Lima 2018 (Tesis). Facultad de ingeniería civil. UCV.
- ✓ Reglamento Nacional De Edificaciones, E.070 Albañilería (2020).
- ✓ NTP 399.601:2006 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de concreto. Requisitos.
- ✓ NTP 399.604:2002 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
- ✓ NTP 399.605:2013 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión prismas de albañilería.
- ✓ NTP 399.621:2002 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
- ✓ San Bartolomé, Ángel (1998) Construcciones de Albañilería. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

# CAPÍTULO VII:

## ANEXOS

VII. ANEXOS

Anexo 01. análisis granulométrico de agregado global

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

tesistas: Bach. Castillo Vega Luis Anton  
Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith

Laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto

Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"

---

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A FINO (AGREGADO GLOBAL) - NTP 400.012**

CANTERA "VESIQUE" - M1  
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 996 gr

TAMIZ		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
Pulg.	mm				
3/8"	9.500	0.000	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.750	0.036	3.61	3.61	96.39
N° 08	2.360	0.121	12.15	15.76	84.24
N° 16	1.180	0.276	27.71	43.47	56.53
N° 30	0.600	0.232	23.29	66.77	33.23
N° 50	0.300	0.178	17.87	84.64	15.36
N° 100	0.150	0.098	9.84	94.48	5.52
N° 200	0.075	0.045	4.52	99.00	1.00
FONDO		0.010	1.00	100.00	0.00
TOTAL		0.996	100.00	-	-

TAMIZ		Limite Inferior (NTP 400.012)	Pasante Acumulado (%)	Limite Superior	Verificación
Pulg.	mm				
3/8"	9.500	100%	100.00%	100%	OK
N° 4	4.750	95%	96.39%	100%	OK
N° 8	2.360	80%	84.24%	100%	OK
N° 16	1.180	50%	56.53%	85%	OK
N° 30	0.600	25%	33.23%	60%	OK
N° 50	0.300	10%	15%	30%	OK
N° 100	0.150	2%	5.52%	10%	OK

CURVA GRANULOMÉTRICA A FINO

TAMIZ	NORMA NTP 400.012	
	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
3/8"	100	100
N° 4	95	100
N° 8	80	100
N° 16	50	85
N° 30	25	60
N° 50	10	30
N° 100	2	10

---

**MODULO DE FINEZA (AGREGADO GLOBAL)**

CANTERA "VESIQUE" - M-1  
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 996 gr

TAMIZ		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
Pulg.	mm				
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.750	0.04	3.61	3.61	96.39
N° 08	2.360	0.12	12.15	15.76	84.24
N° 16	1.180	0.28	27.71	43.47	56.53
N° 30	0.600	0.23	23.29	66.77	33.23
N° 50	0.300	0.18	17.87	84.64	15.36
N° 100	0.150	0.05	4.52	89.16	10.84

MODULO DE FINEZA = 3.03

**B) FUNDAMENTO TEÓRICO:**

✓ **MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO (MF):**  
La suma de los porcentajes retenidos acumulados de las mallas estándar para el agregado fino (N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100) todo entre 100

$$MF = \frac{\% \text{ Ret. Acum. (N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100)}}{100}$$

✓ **MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO (MFG):**  
La suma de los porcentajes retenidos acumulados de las mallas estándar para el agregado total todo entre 100

$$MFG = \frac{\% \text{ Ret. Acum. (3/8", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100)}}{100}$$

Estudio de laboratorio : fecha: 02/03/2021

Muestra: "cantera vesique"

Bach. CASTILLO VEGA, Luis Antón

146

Bach. EVANGELISTA APONTE, Emilia Edith

Anexo 02. Análisis Granulométrico de Arena Fina

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA**

tesistas:  
Bach. Castillo Vega Luis Anton  
Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith

Laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto

Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"

---

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A. FINO (ARENA FINA)- NTP 400.012**

CANTERA "VESIQUE" - M-I					
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 999 gr					
TAMIZ		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
Pulg.	mm				
3/8"	9.500	0.000	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.750	0.009	0.90	0.90	99.10
N° 08	2.360	0.125	12.51	13.41	86.59
N° 16	1.180	0.185	18.52	31.93	68.07
N° 30	0.600	0.317	31.73	63.66	36.34
N° 50	0.300	0.145	14.51	78.18	21.82
N° 100	0.150	0.123	12.31	90.49	9.51
N° 200	0.075	0.045	4.50	94.99	5.01
FONDO		0.050	5.01	100.00	0.00
TOTAL		0.999	100.00	-	-

TAMIZ	Limite Inferior	Pasante Acumulado (%)	Limite Superior	Verificacion
3/8"	100%	100.00%	100%	CUMPLE
N° 4	95%	99.10%	100%	CUMPLE
N° 8	80%	86.59%	100%	CUMPLE
N° 16	50%	68.07%	85%	CUMPLE
N° 30	25%	36.34%	60%	CUMPLE
N° 50	10%	22%	30%	CUMPLE
N° 100	2%	9.51%	10%	CUMPLE

CANTERA (VESIQUE)

---

**MODULO DE FINEZA (ARENA FINA)**

CANTERA "VESIQUE" - M-I					
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 999 gr					
TAMIZ		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
Pulg.	mm				
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.750	0.01	0.90	0.90	99.10
N° 08	2.360	0.13	12.51	13.41	86.59
N° 16	1.180	0.19	18.52	31.93	68.07
N° 30	0.600	0.32	31.73	63.66	36.34
N° 50	0.300	0.15	14.51	78.18	21.82
N° 100	0.150	0.05	4.50	82.68	17.32

MODULO DE FINEZA = 2.71

**B) FUNDAMENTO TEÓRICO:**

✓ **MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO (MF):**  
La suma de los porcentajes retenidos acumulados de las mallas estándar para el agregado fino (N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100) todo entre 100

$$MF = \frac{\% \text{ Ret. Acumulado } (N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100}$$

✓ **MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO (MG):**  
La suma de los porcentajes retenidos acumulados de las mallas estándar para el agregado total todo entre 100

$$MG = \frac{\% \text{ Ret. Acum. } (2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100}$$

Estudio de laboratorio -fecha: 02/03/2021

Muestra: "cantera vesique"

Bach. CASTILLO VEGA, Luis Antón

147

Bach. EVANGELISTA APONTE, Emilia Edith

Anexo 03. Análisis Granulométrico de Confitillo

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA**

tesistas:  
Bach. Castillo Vega Luis Anton  
Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith

Laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto

Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"

---

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A. FINO ( CONFITILLO) - NTP 400.012**

CANTERA "VESIQUE" - M1  
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 997 gr

TAMIZ		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
Pulg.	mm				
3/8"	9.500	0.000	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.750	0.196	19.66	19.66	80.34
N° 08	2.360	0.351	35.21	54.86	45.14
N° 16	1.180	0.149	14.94	69.81	30.19
N° 30	0.600	0.079	7.92	77.73	22.27
N° 50	0.300	0.061	6.12	83.85	16.15
N° 100	0.150	0.066	6.62	90.47	9.53
N° 200	0.075	0.067	6.72	97.19	2.81
FONDO		0.028	2.81	100.00	0.00
TOTAL		0.997	100.00	-	-

TAMIZ	Limite Interior	Pasante Acumulado (%)	Limite Superior	Verificacion
3/8"	100%	100.00%	100%	CUMPLE
N° 4	95%	80.34%	100%	NO CUMPLE
N° 8	80%	45.14%	100%	NO CUMPLE
N° 16	50%	30.19%	85%	NO CUMPLE
N° 30	25%	22.27%	60%	NO CUMPLE
N° 50	10%	16%	30%	CUMPLE
N° 100	2%	9.53%	10%	CUMPLE

CURVA GRANULOMETRICA A.FINO

TAMANO DE TAMIZ	NORMA NTP 400.037	
	LIMITE TOTAL	GRADACION
3/8" (9.5mm)	100	100
N°4 (4.75 mm)	89 @ 100	95 @ 100
N°8 (2.36 mm)	65 @ 100	80 @ 100
N°16 (1.18 mm)	45 @ 100	50 @ 85
N°30 (0.60 mm)	25 @ 100	25 @ 60
N°50 (0.30 mm)	1 @ 70	10 @ 30
N°100 (0.15 mm)	0 @ 12	2 @ 10

---

**MODULO DE FINEZA ( CONFITILLO)**

CANTERA "VRESIQUE" - M1  
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 997 gr

TAMIZ		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
Pulg.	mm				
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.750	0.20	19.66	19.66	80.34
N° 08	2.360	0.35	35.21	54.86	45.14
N° 16	1.180	0.15	14.94	69.81	30.19
N° 30	0.600	0.08	7.92	77.73	22.27
N° 50	0.300	0.06	6.12	83.85	16.15
N° 100	0.150	0.07	6.72	90.57	9.43

MODULO DE FINEZA = 3.96

**BI FUNDAMENTO TEORICO:**

✓ **MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO (MF):**  
La suma de los porcentajes retenidos acumulados de las mallas estándar para el agregado fino (N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100) todo entre 100

$$M.F = \frac{\% \text{ ret. Acumulado } (N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100}$$

✓ **MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GROSERO (MG):**  
La suma de los porcentajes retenidos acumulados de las mallas estándar para el agregado total todo entre 100

$$M.G = \frac{\% \text{ Ret. Acum. } (1.18", 1.18", 3/8", 3/8", 3/8", 3/8", N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100}$$

Estudio de laboratorio : fecha: 02/03/2021

Muestra: "cantera vesique"

Bach. CASTILLO VEGA, Luis Antón

148

Bach. EVANGELISTA APONTE, Emilia Edith

Anexo 04. Análisis Granulométrico Agregado Preparado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA

tesis  
estas

Bach. Castillo Vega Luis Anton  
Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith

Laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto

Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"

---

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A. FINO (AGREGADO PREPARADO)- NTP 400.012**

CANTERA "VESIQUE" - M-I					
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 1325 gr					
TAMIZ		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
Pulg.	mm				
3/8"	9.500	0.000	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.750	0.021	1.59	1.59	98.41
N° 08	2.360	0.120	9.06	10.65	89.35
N° 16	1.180	0.429	32.40	43.05	56.95
N° 30	0.600	0.271	20.47	63.52	36.48
N° 50	0.300	0.256	19.34	82.85	17.15
N° 100	0.150	0.136	10.27	93.13	6.87
N° 200	0.075	0.052	4.68	97.81	2.19
FONDO		0.029	2.19	100.00	0.00
TOTAL		1.324	100.00	-	-

TAMIZ		Límite Inferior	Pasante Acumulado (%)	Límite Superior	Verificación
Pulg.	mm				
3/8"	9.500	100%	100.00%	100%	CUMPLE
N° 4	4.750	95%	98.41%	100%	CUMPLE
N° 8	2.360	80%	89.35%	100%	CUMPLE
N° 16	1.180	50%	56.95%	85%	CUMPLE
N° 30	0.600	25%	36.48%	60%	CUMPLE
N° 50	0.300	10%	17%	30%	CUMPLE
N° 100	0.150	2%	6.87%	10%	CUMPLE

**CURVA GRANULOMÉTRICA A.FINO**

TAMAÑO DE TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO	
	LÍMITES TOTALES	GRADACION
3/8" (9.5mm)	100	100
N° 4 (4.75 mm)	89 @ 100	95 @ 100
N° 8 (2.36 mm)	65 @ 100	80 @ 100
N° 16 (1.18 mm)	45 @ 100	50 @ 85
N° 30 (0.60 mm)	25 @ 100	25 @ 60
N° 50 (0.30 mm)	5 @ 70	10 @ 30
N° 100 (0.15 mm)	0 @ 12	2 @ 10

---

**MODULO DE FINEZA (AGREGADO PREPARADO)**

CANTERA "VESIQUE" - M-I					
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 1325 gr					
TAMIZ		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
Pulg.	mm				
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.750	0.02	1.59	1.59	98.41
N° 08	2.360	0.12	9.06	10.65	89.35
N° 16	1.180	0.43	32.40	43.05	56.95
N° 30	0.600	0.27	20.47	63.52	36.48
N° 50	0.300	0.26	19.34	82.85	17.15
N° 100	0.150	0.06	4.68	87.54	12.46

MODULO DE FINEZA =	2.89
--------------------	------

**B) FUNDAMENTO TEÓRICO:**

✓ **MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO (MF):**  
 La suma de los porcentajes referidos acumulados de las mallas estándar para el agregado fino (N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100) todo entre 100

$$MF = \frac{\% \text{ Ret. Acum. (N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100)}}{100}$$

✓ **MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO (MG):**  
 La suma de los porcentajes referidos acumulados de las mallas estándar para el agregado total todo entre 100

$$MG = \frac{\% \text{ Ret. Acum. (N° 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100)}}{100}$$

Bach. CASTILLO VEGA, Luis Antón

149

Bach. EVANGELISTA APONTE, Emilia Edith

Anexo 05. Análisis Granulométrico de Limalla

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA**

tesistas:  
Bach. Castillo Vega Luis Anton  
Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith

Laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto

Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"

---

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A. FINO (LIMALLA) - NTP 400.012**

PROVENIENTE "SIDER-PERU" - MI					
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 999 gr					
TAMIZ		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
Pulg.	mm				
3/8"	9.500	0.000	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.750	0.023	2.30	2.30	97.70
N° 08	2.360	0.135	13.53	15.83	84.17
N° 16	1.180	0.197	19.74	35.57	64.43
N° 30	0.600	0.188	18.94	54.51	45.49
N° 50	0.300	0.200	20.04	74.55	25.45
N° 100	0.150	0.163	16.33	90.88	9.12
N° 200	0.075	0.079	7.92	98.80	1.20
FONDO		0.012	1.20	100.00	0.00
TOTAL		0.998	100.00	-	-

TAMIZ		Limite Inferior	Pasante Acumulado (%)	Limite Superior	Verificación
Pulg.	mm				
3/8"	9.500	100%	100.00%	100%	CUMPLE
N° 4	4.750	95%	97.70%	100%	CUMPLE
N° 8	2.360	80%	84.17%	100%	CUMPLE
N° 16	1.180	50%	64.43%	85%	CUMPLE
N° 30	0.600	25%	45.49%	60%	CUMPLE
N° 50	0.300	10%	25%	30%	CUMPLE
N° 100	0.150	2%	9.12%	10%	CUMPLE

**CANtera (VESIQUE)**

TAMAÑO DE TAMIZ	NORMA NTP 400.012	
	LIMITES TOTALES	GRADACION
3/8" (9.5mm)	100	100
N°4 (4.75 mm)	89 @ 100	95 @ 100
N°8 (2.36 mm)	65 @ 100	80 @ 100
N°16 (1.18 mm)	45 @ 100	50 @ 85
N°30 (0.60 mm)	25 @ 100	25 @ 60
N°50 (0.30 mm)	5 @ 70	10 @ 30
N°100 (0.15 mm)	0 @ 12	2 @ 10

---

**MODULO DE FINEZA (LIMALLA)**

PROVENIENTE "SIDER-PERU" - MI					
PESO INICIAL DE LA MUESTRA = 999 gr					
TAMIZ		Peso Retenido (Kg)	Peso Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
Pulg.	mm				
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 04	4.750	0.02	2.30	2.30	97.70
N° 08	2.360	0.14	13.53	15.83	84.17
N° 16	1.180	0.20	19.74	35.57	64.43
N° 30	0.600	0.19	18.94	54.51	45.49
N° 50	0.300	0.20	20.04	74.55	25.45
N° 100	0.150	0.08	7.92	82.46	17.54

MODULO DE FINEZA =	2.65
--------------------	------

**B) FUNDAMENTO TEORICO:**

✓ **MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO (MF):**  
 La suma de los porcentajes retenidos acumulados de las mallas estándar para el agregado fino (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100) todo entre 100

$$MF = \frac{\% \text{ Ret. Acum. (N}^\circ 4, N^\circ 8, N^\circ 16, N^\circ 30, N^\circ 50, N^\circ 100)}{100}$$

✓ **MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO (MF):**  
 La suma de los porcentajes retenidos acumulados de las mallas estándar para el agregado: todo todo entre 100

$$MF = \frac{\% \text{ Ret. Acum. (1/2", 3/4", 3/8", N}^\circ 4, N^\circ 8, N^\circ 16, N^\circ 30, N^\circ 50, N^\circ 100)}{100}$$

Estudio de laboratorio :fecha: 05/03/2021

Muestra: "sider - peru"

Bach. CASTILLO VEGA, Luis Antón

150

Bach. EVANGELISTA APONTE, Emilia Edith

Anexo 06. Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compacto Del Agregados Fin

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA</b></p> <p>tesistas: Bach. Castillo Vega Luis Anton Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith</p>	<p><b>Laboratorio de Mecanica de suelos y Concreto</b></p> <p>Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"</p>				
<p><b>PESO UNITARIO COMPACTO Y SUELTO (AGREGADO FINO) NTP 400.017 MTC E 203</b></p>					
<p><b>PESO UNITARIO SUELTO</b></p>					
	arena fina	Agregado global	Confitillo	agregado preparado	Limalla
peso del molde vacio(kg)	3.564	3.564	1.968	1.968	1.968
peso del molde mas agregado(kg)	18.473	18.785	6.954	6.852	8.008
volumen del molde(m3)	0.00905	0.00905	0.00262	0.00262	0.00262
<b>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)</b>	<b>1647.37</b>	<b>1681.84</b>	<b>1899.94</b>	<b>1861.07</b>	<b>2301.57</b>
<p><b>PESO UNITARIO COMPACTO</b></p>					
	arena fina	Agregado global	Confitillo	agregado preparado	Limalla
peso del molde vacio(kg)	3.564	3.564	1.968	1.968	1.968
peso del molde mas agregado(kg)	19.941	20.231	7.467	7.213	8.978
volumen del molde(m3)	0.00905	0.00905	0.00262	0.00262	0.00262
<b>PESO UNITARIO COMPACTO (kg/m3)</b>	<b>1809.57</b>	<b>1841.62</b>	<b>2095.42</b>	<b>1998.63</b>	<b>2671.20</b>
<p>Estudio de laboratorio :fecha: 12/02/2021</p>			<p>Muestra: "cantera vesique"</p>		
					

Anexo 07. Ensayo de Contenido de Humedad de Agregado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA		Laboratorio de Mecanica de suelos y Concreto			
tesistas: Bach. Castillo Vega Luis Anton Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith		Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (AGREGADO FINO) NTP 339.185 ASTM C-566</b>					
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD - limalla</b>					
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
Peso tara + muestra (humeda)	151.021	166.199	160.665	161.185	160.417
Peso tara + muestra (seca)	150.924	166.117	160.598	161.089	160.316
peso de agua retenida	0.097	0.082	0.067	0.096	0.101
peso de tara	27.349	27.688	27.501	27.330	28.455
peso muestra seca	123.575	138.429	133.097	133.759	131.861
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD(%)</b>	<b>0.078</b>	<b>0.059</b>	<b>0.050</b>	<b>0.072</b>	<b>0.077</b>
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>0.067</b>				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD - Agregado global</b>					
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
Peso tara + muestra (humeda)	164.161	169.600	181.454	173.946	164.126
Peso tara + muestra (seca)	163.713	169.127	180.912	173.469	163.679
peso de agua retenida	0.448	0.473	0.542	0.477	0.447
peso de tara	27.440	27.688	27.501	27.330	28.455
peso muestra seca	136.273	141.439	153.411	146.139	135.224
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD(%)</b>	<b>0.329</b>	<b>0.334</b>	<b>0.353</b>	<b>0.326</b>	<b>0.331</b>
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>0.335</b>				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD - confitillo</b>					
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
Peso tara + muestra (humeda)	160.651	181.056	174.243	161.539	178.814
Peso tara + muestra (seca)	160.214	180.554	173.772	161.092	178.316
peso de agua retenida	0.437	0.502	0.471	0.447	0.498
peso de tara	27.004	28.147	27.972	27.962	28.904
peso muestra seca	133.210	152.407	145.800	133.130	149.412
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD(%)</b>	<b>0.328</b>	<b>0.329</b>	<b>0.323</b>	<b>0.336</b>	<b>0.333</b>
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>0.330</b>				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD - arena fina</b>					
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
Peso tara + muestra (humeda)	165.797	158.351	157.851	170.356	165.768
Peso tara + muestra (seca)	165.489	158.056	157.544	170.058	165.460
peso de agua retenida	0.308	0.295	0.307	0.298	0.308
peso de tara	28.375	27.644	27.462	26.970	27.775
peso muestra seca	137.114	130.412	130.082	143.088	137.685
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD(%)</b>	<b>0.225</b>	<b>0.226</b>	<b>0.236</b>	<b>0.208</b>	<b>0.224</b>
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>0.224</b>				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD - Agregado Preparado</b>					
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
Peso tara + muestra (humeda)	164.621	148.305	168.921	166.496	170.802
Peso tara + muestra (seca)	164.275	147.857	168.413	165.955	170.239
peso de agua retenida	0.346	0.448	0.508	0.541	0.563
peso de tara	27.411	27.668	27.469	27.324	28.421
peso muestra seca	136.864	120.189	140.944	138.631	141.818
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD(%)</b>	<b>0.253</b>	<b>0.373</b>	<b>0.360</b>	<b>0.390</b>	<b>0.397</b>
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>0.355</b>				
Estudio de laboratorio :fecha: 12/02/2021					
Muestra: "cantera vesique"					



Anexo 08. Ensayo de Peso Específico de Agregado Fino

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA		Laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto		
tesistas: Bach. Castillo Vega Luis Anton Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith		Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"		
PESO ESPECIFICO (AGREGADO FINO) NTP 400.022 ASTM C-29				
<b>CANTERA (VESIQUE)</b>		<b>AGREGADO GLOBAL</b>		
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) A		655.0		
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) + PESO MATERIAL B		1155.0		
PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL S.S.S. (EXTRAIDO EL AIRE) C		974.0		
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS D=(B-C)		181.0		
PESO DE MATERIAL SECO E		495.1		
VOLUMEN DE LA MASA F=D-(PESO MATERIAL S.S.S-E)		176.1		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) E/D		2.735		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) MAT.S.S.S./D		2.762		
PESO APARENTE (BASE SECA) E/F		2.811		
ABSORCIÓN		0.99		
<b>CANTERA (VESIQUE)</b>		<b>ARENA FINA</b>		
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) A		655.0		
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) + PESO MATERIAL B		1155.0		
PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL S.S.S. (EXTRAIDO EL AIRE) C		989.0		
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS D=(B-C)		186.0		
PESO DE MATERIAL SECO E		498.0		
VOLUMEN DE LA MASA F=D-(PESO MATERIAL S.S.S-E)		186.0		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) E/D		2.683		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) MAT.S.S.S./D		2.688		
PESO APARENTE (BASE SECA) E/F		2.697		
ABSORCIÓN		0.20		
<b>CANTERA (VESIQUE)</b>		<b>CONFITILLO</b>		
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) A		655.0		
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) + PESO MATERIAL B		1155.0		
PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL S.S.S. (EXTRAIDO EL AIRE) C		978.0		
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS D=(B-C)		177.0		
PESO DE MATERIAL SECO E		491.0		
VOLUMEN DE LA MASA F=D-(PESO MATERIAL S.S.S-E)		168.0		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) E/D		2.774		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) MAT.S.S.S./D		2.825		
PESO APARENTE (BASE SECA) E/F		2.923		
ABSORCIÓN		1.83		
<b>PROVENIENTE: (SIDER- PERU)</b>		<b>LIMALLA</b>		
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) A		655.0		
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) + PESO MATERIAL B		955		
PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL S.S.S. (EXTRAIDO EL AIRE) C		895.0		
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS D=(B-C)		60.0		
PESO DE MATERIAL SECO E		295.0		
VOLUMEN DE LA MASA F=D-(PESO MATERIAL S.S.S-E)		55.0		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) E/D		4.916		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) MAT.S.S.S./D		5.000		
PESO APARENTE (BASE SECA) E/F		5.363		
ABSORCIÓN		1.71		
<b>CANTERA (VESIQUE)</b>		<b>AGREGADO PREPARADO</b>		
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) A		655		
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) + PESO MATERIAL B		1155		
PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL S.S.S. (EXTRAIDO EL AIRE) C		973		
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS D=(B-C)		182		
PESO DE MATERIAL SECO E		493		
VOLUMEN DE LA MASA F=D-(PESO MATERIAL S.S.S-E)		175.0		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) E/D		2.709		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) MAT.S.S.S./D		2.747		
PESO APARENTE (BASE SECA) E/F		2.817		
ABSORCIÓN		1.42		
Estudio de laboratorio :fecha: 16/02/2021		Muestra: "cantera vesique"		



Anexo 09. Ensayo de Variación Dimensional de las Unidades De Concreto – 1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA		Laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto														
Tesisistas: Bach. Castillo Vega Luis Antón Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith		Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"														
Ensayo: VARIACIÓN DIMENSIONAL		Precisión: 1mm				Instrumento: Pie de Rey, Bloque de guía de madera										
Dimensiones Nominales: L= 216.00 mm		A= 125.00 mm				H= 82.00 mm										
Especím en	Largo(mm)					Ancho(mm)					Altura(mm)					
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp	
M-01	216	217	214	215	215.5	124	124	125	124	124.25	82	79.5	81	84.5	81.75	
M-02	215	216	219	218	217	124.5	126	124.5	126	125.25	79.5	83.5	81	81.5	81.375	
M-03	217	217	218	218	217.5	124	123.5	123	125	123.875	82.5	85	80	85	83.125	
M-04	219	214.5	217	218	216.375	124	125	124.5	126	124.875	82.5	83	83	79	81.875	
M-05	218	218	218	218	218.5	124.5	125	125	125.5	125	84.5	84	85	82	83.875	
M-06	217	217	215	216	216.25	124	125	124	128	124.75	81	83	80	82.5	81.625	
M-07	218.5	217	216.5	216.5	218.825	124	125.5	124	125.5	124.75	84	83	83	83	83.25	
M-08	217	216.5	218	217	218.025	125	125.5	124	125.5	125	82.5	83	81	83	82.375	
M-09	216	217	218	217	217	125	125.5	124.5	125.5	125.125	81	83	84	82	82.5	
M-10	218.5	215.5	215	216	215.75	124.5	125	124	127	125.125	83	85	81	80.5	82.375	
Medida de Fabricante L: 216.00					A: 125.00					H: 82.00						
Desviación estándar σ: 0.62					σ: 0.43					σ: 0.80						
Medida promedio Lp: 216.58					Ap: 124.80					Hp: 82.41						
Variación Dimensional %: -0.27					%: 0.16					%: -0.50						
Comprobado eEXCEL 0.62					eEXCEL 0.43					eEXCEL 0.80						
coef.var= 0.2882 %					coef.var= 0.3444 %					coef.var= 0.9726 %						
Estudio de laboratorio fecha: 17/03/2021					MUESTRA: ladrillera "Asociación de ladrilleros de san Luis"											

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA		Laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto														
Tesisistas: Bach. Castillo Vega Luis Antón Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith		Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"														
Ensayo: VARIACIÓN DIMENSIONAL		Precisión: 1mm				Instrumento: Pie de Rey, Bloque de guía de madera										
Dimensiones Nominales: L= 216.00 mm		A= 125.00 mm				H= 82.00 mm										
Especím en	Largo(mm)					Ancho(mm)					Altura(mm)					
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp	
M-01	216.5	216	216	216	216.125	124.9	125	125.2	125.4	125.125	82.1	82	82	82	82.025	
M-02	216	215.8	216	215.8	215.600	125.1	124.9	125.1	125	125.025	82	82	82	82	82	
M-03	216.3	216.1	216.2	215.6	216.050	125	124.8	125.1	125.2	125.025	82	82	82.2	82	82.05	
M-04	216	216	216	216	216.000	125.2	125	125.2	125	125.1	81.9	81.9	82	82.5	82.075	
M-05	218.1	216	215.9	216	216.000	125.1	125.1	125	125	125.05	82	82	82.1	82	82.025	
M-06	216	216.2	216	216	216.05	125	125	125	124.9	124.875	82.2	82	82	81.9	82.025	
M-07	215.8	216	216.2	216	216.000	125	125.3	124.8	125	125.025	82.1	81.8	81.8	82	81.925	
M-08	216	216.1	216	216	216.025	124.9	125.4	124.9	125.2	125.1	82	82	81.9	81.9	81.95	
M-09	215.9	218	215.8	216	215.925	124.8	125	125	125	124.95	82.1	81.8	82	82	81.975	
M-10	216	215.9	216	215.9	215.950	125	124.8	125	125.3	125.025	82	81.9	82	82	81.975	
Medida de Fabricante L: 216.00					A: 125.00					H: 82.00						
Desviación estándar σ: 0.07					σ: 0.06					σ: 0.05						
Medida promedio Lp: 216.00					Ap: 125.04					Hp: 82.00						
Variación Dimensional %: 0.00					%: -0.03					%: 0.00						
Comprobado eEXCEL 0.07					eEXCEL 0.06					eEXCEL 0.05						
coef.var= 0.0306 %					coef.var= 0.0444 %					coef.var= 0.0563 %						
Estudio de laboratorio fecha: 06/04/2021					MUESTRA: Limalla al 0%											



Anexo 10. Ensayo de Variación Dimensional de las Unidades de Concreto - 2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA		Laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto										UNS			
Instituto: Bach. Castillo Vega Luis Antón		Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"													
Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA													
Ensayo: VARIACION DIMENSIONAL		Precisión: 1 mm										Instrumento: Pie de Rey, Bloque de guía de madera			
Dimensiones Nominales:		L= 216.00 mm					A= 125.00 mm					H= 82.00 mm			
Especimen	Largo(mm)					Ancho(mm)					Altura(mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-01	216.1	216	216	216	216.025	124.9	125	125.2	125.1	125.05	82.1	82	82	82	82.025
M-02	216	216	216	216	216	125	125	125	125	125	82.2	82	82	82	82.05
M-03	216	216.1	216.2	215.8	216.025	124.1	125.1	125	124.8	125	82	82	81.8	82.1	81.975
M-04	216	216.2	216	216	216.05	125.2	125.2	125	125	125.1	82	81.9	82	82	81.975
M-05	215.9	216	215.9	216.2	215.975	125	124.9	125.2	125	125.025	81.8	82	82	81.9	81.925
M-06	216	216	216	216	216	125	125	124.8	125	124.85	82	82	82.1	82	81.975
M-07	216	215.8	216.1	216	216	125.1	125.1	125	124.8	125	82	82	82.1	81.8	81.975
M-08	216	216	216	216	216	125	125	125.1	125	124.85	82	82	82	82	82
M-09	215.9	216	216	216	215.975	124.9	125	125	125	124.975	82.1	81.9	82	82	82
M-10	216	216.2	216	215.9	216.025	124.8	125	125.1	125.3	125.05	82	82	81.8	82	81.85
Medida de Fabricante		L: 216.00					A: 125.00					H: 82.00			
Desviación estándar		σ: 0.02					σ: 0.05					σ: 0.04			
Medida promedio		Lp: 216.01					A: 125.01					H: 81.99			
Variación Dimensional		%: 0.00					%: -0.01					%: 0.02			
Comprobado		σEXCEL: 0.02					σEXCEL: 0.05					σEXCEL: 0.04			
coef var=		0.0110 %					0.0379 %					0.0426 %			
Estado de laboratorio fecha: 06/04/2021		MUESTRA: Limalla al 25%													

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA		Laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto										UNS			
Instituto: Bach. Castillo Vega Luis Antón		Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"													
Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA													
Ensayo: VARIACION DIMENSIONAL		Precisión: 1 mm										Instrumento: Pie de Rey, Bloque de guía de madera			
Dimensiones Nominales:		L= 216.00 mm					A= 125.00 mm					H= 82.00 mm			
Especimen	Largo(mm)					Ancho(mm)					Altura(mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-01	216	216	216	216	216	124.9	125	125.2	125.1	125.05	82.1	82	82	82	82.025
M-02	216	216	216	216	216	125	125	125	125	125	82.2	82	82	82	82.05
M-03	215.9	216.1	216.2	215.8	216	125	124.8	125.1	125.2	125.025	82	82	82	82	82.025
M-04	216	216.2	216	216	216.05	125.2	125	125.2	125	125.1	81.9	81.9	82	82	82.075
M-05	215.8	216	215.9	216.2	215.975	125.1	125.1	125	125	125.05	82	82	82.1	82	82.025
M-06	216	216	216	216	216	125	125	125	124.9	124.975	82.2	82	82	81.9	82.025
M-07	216	216	216	216	216	125	125.3	124.8	125	125.025	82.1	81.8	81.8	82	82.025
M-08	216	216	216	216	216	124.9	125.4	124.9	125.2	125.1	82	82	81.9	81.9	81.95
M-09	215.9	216	216	216	215.975	124.8	125	125	125	124.95	82.1	81.8	82	82	81.975
M-10	216	216.2	216	215.9	216.025	125	124.8	125	125.3	125.025	82	81.9	82	82	81.975
Medida de Fabricante		L: 216.00					A: 125.00					H: 82.00			
Desviación estándar		σ: 0.02					σ: 0.06					σ: 0.05			
Medida promedio		Lp: 216.00					A: 125.04					H: 82.03			
Variación Dimensional		%: 0.00					%: -0.03					%: 0.00			
Comprobado		σEXCEL: 0.02					σEXCEL: 0.06					σEXCEL: 0.05			
coef var=		0.0109 %					0.0444 %					0.0565 %			
Estado de laboratorio fecha: 06/04/2021		MUESTRA: Limalla al 35%													

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA		Laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto										UNS			
Instituto: Bach. Castillo Vega Luis Antón		Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"													
Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA													
Ensayo: VARIACION DIMENSIONAL		Precisión: 1 mm										Instrumento: Pie de Rey, Bloque de guía de madera			
Dimensiones Nominales:		L= 216.00 mm					A= 125.00 mm					H= 82.00 mm			
Especimen	Largo(mm)					Ancho(mm)					Altura(mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-01	216	216	216	216	216	125	125	125.2	125.4	125.15	82.1	82	82	82	82.025
M-02	216	215.8	216	215.8	215.9	125	124.9	125.1	125	125	82.2	82	82	82	82.05
M-03	216	216.1	216.2	216	216.075	125	124.8	125.1	125.2	125.025	82	82	81.8	82.1	81.975
M-04	216	216	216	216	216	125.2	125	125.2	125	125.1	82	81.9	82	82	81.975
M-05	216.1	216	215.9	216	216	125	125	125	125	125.05	81.8	82	82	81.9	81.925
M-06	216	216	216	216	216	125	125	125	124.9	124.975	82	82	82.1	82	81.925
M-07	216	216	216	216	216	125	125.3	124.8	125	125.025	82	82	82	82	82
M-08	216	216.1	216	216	216.025	124.9	125.4	124.9	125.2	125.1	82	81.9	82	82	81.975
M-09	215.9	216	215.8	216	215.925	124.8	125	125	125	124.95	82.1	81.9	82	82	82
M-10	216	215.9	216	215.9	215.95	125	124.8	125	125.3	125.025	82	82	81.8	82	81.95
Medida de Fabricante		L: 216.00					A: 125.00					H: 82.00			
Desviación estándar		σ: 0.05					σ: 0.06					σ: 0.04			
Medida promedio		Lp: 215.99					A: 125.04					H: 81.99			
Variación Dimensional		%: 0.01					%: -0.03					%: 0.02			
Comprobado		σEXCEL: 0.05					σEXCEL: 0.06					σEXCEL: 0.04			
coef var=		0.0233 %					0.0482 %					0.0436 %			
Estado de laboratorio fecha: 06/04/2021		MUESTRA: Limalla al 50%													



Anexo 11. Ensayo de Succión de las unidades de concreto.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA**  
Asistas: Bach. Castillo Vega Luis Anton  
Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith

**Laboratorio de Mecanica de suelos y Concreto**  
Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE  
CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE -  
2019"



Ensayo: SUCCION

ESPECIMEN N°	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (gr)		ÁREA SE ASIENTO (cm <sup>2</sup> )	Pm - Ps (gr)	SUCCION (gr/200cm <sup>2</sup> /min)
				Ps	Pm			
1	215.5	124.25	81.75	4321	4376	352.094	55	31.242
2	217	125.25	81.375	4310	4362	356.708	52	29.156
3	217.5	123.875	83.125	4378	4427	354.161	49	27.671
4	216.375	124.875	81.875	4349	4399	354.881	50	28.178
5	217.125	125	83.875	4462	4521	356.296	59	33.119
6	216.25	124.75	81.625	4381	4439	354.397	58	32.732
7	216.625	124.75	83.25	4380	4431	354.955	51	28.736
8	216.625	125	82.375	4365	4422	355.551	57	32.063
9	217	125.125	82.5	4382	4435	356.409	53	29.741
10	215.75	125.125	82.375	4275	4334	354.545	59	33.282
<b>Promedio</b>								30.592

RESULTADOS		
SUCCION		CLASIFICACION
LADRILLERA	(gr/200cm <sup>2</sup> /min)	
LADRILLEROS DE SAN LUIS	30.592	RNE E-070

Estudio de laboratorio :fecha:18/03/2021 Muestra : "Asociacion de ladrilleros de san Luis"

---

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA**  
Asistas: Bach. Castillo Vega Luis Anton  
Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith

**Laboratorio de Mecanica de suelos y Concreto**  
Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE  
CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE -  
2019"



Ensayo: SUCCION

ESPECIMEN N°	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (gr)		ÁREA SE ASIENTO (cm <sup>2</sup> )	Pm - Ps (gr)	SUCCION (gr/200cm <sup>2</sup> /min)
				Ps	Pm			
1	216.125	125.125	82.025	4491	4539	355.104	48	27.034
2	215.9	125.025	82	4531	4577	354.530	46	25.950
3	216.05	125.025	82.05	4511	4559	354.754	48	27.061
4	216	125.1	82.075	4625	4673	354.858	48	27.053
5	216	125.05	82.025	4648	4695	354.739	47	26.498
6	216.05	124.975	82.025	4520	4568	354.635	48	27.070
7	216	125.025	81.925	4498	4544	354.680	46	25.939
8	216.025	125.1	81.95	4540	4588	354.895	48	27.050
9	215.925	124.95	81.975	4610	4658	354.389	48	27.089
10	215.95	125.025	81.975	4535	4582	354.605	47	26.508
<b>Promedio</b>								26.725

RESULTADOS		
SUCCION		CLASIFICACION
Muestra	(gr/200cm <sup>2</sup> /min)	
Limalla al 0%	26.725	RNE E-070

Estudio de laboratorio :fecha:22/03/2021 Muestra : Limalla al 0%



Anexo 12. Ensayo de Alabeo de las Unidades de Concreto.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA  
Laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto

tesistas: Bach. Castillo Vega Luis Anton  
Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith

Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"

Ensayo: ALABEO      Precisión: 1mm      Instrumento: cuña metálica y regla milimétrica

Especímen	ALABEO (mm)	
	Cóncavo	Convexo
C-01	1.5	3
C-02	3.5	2.5
C-03	2.5	2
C-04	1.5	5
C-05	4	2.5
C-06	2	3.5
C-07	3.5	2.5
C-08	6	5
C-09	4.5	4
C-10	3	3
PROMEDIO	3.2	3.3

Estudio de campo :fecha: 09/03/2021      ladrillera : "Asociacion de ladrilleros de san Luis"

Especímen N°	ALABEO (mm)	
	Cóncavo	Convexo
C-01	1	1
C-02	1.2	1.1
C-03	1.3	1
C-04	1	0.9
C-05	1.2	2
C-06	1.1	1.2
C-07	0.9	1
C-08	1	0.9
C-09	1.5	1
C-10	1	1
PROMEDIO	1.12	1.11

Estudio de campo :fecha: 06/04/2021      limalla al 0%

Especímen N°	ALABEO (mm)	
	Cóncavo	Convexo
C-01	1	1
C-02	0.6	0.5
C-03	0.5	0.8
C-04	1	1.1
C-05	1.2	0.6
C-06	1	1
C-07	0.5	0.5
C-08	1	0.5
C-09	1	1
C-10	1	1
PROMEDIO	0.88	0.8

Estudio de campo :fecha: 06/04/2021      limalla al 25%

Especímen N°	ALABEO (mm)	
	Cóncavo	Convexo
C-01	1	1
C-02	0.5	0.5
C-03	1	1
C-04	0.5	0.5
C-05	1.2	1
C-06	1	1
C-07	0.8	0.5
C-08	1	0.5
C-09	1.3	1
C-10	1	0.5
PROMEDIO	0.93	0.75

Estudio de campo :fecha: 06/04/2021      limalla al 35%

Especímen N°	ALABEO (mm)	
	Cóncavo	Convexo
C-01	1	1
C-02	0.5	0.5
C-03	1	1
C-04	0.8	1
C-05	1	0.5
C-06	1.1	1
C-07	0.5	0.5
C-08	1	0.5
C-09	0.8	1
C-10	1	1
PROMEDIO	0.87	0.8

Estudio de campo :fecha: 06/04/2021      limalla al 50%



Anexo 13. Ensayo de Absorción y Absorción Máxima de las Unidades de Concreto.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTA tesistas: Bach. Castillo Vega Luis Anton Bach. Evangelista Aponte Emilia Edith		Laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto Tesis: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"					
Ensayo: ABSORCION Y ABSORCION MAXIMA NTP 399.613							
<b>ABSORCION, ABSORCION MAXIMA Y COEFICIENTE DE SATURACION DE UNIDADES - LADRILLERA "ASOCIACION DE LADRILLEROS DE SAN LUIS"</b>							
ESPECIMEN	PESO (kg)			ABSORCION		ABS. MAXIMA	COEFICIENTE SATURACION
	Natural	Seco	24h inm.	5h ebul.	%		
1	4.415	4.321	4.648	4.725	7.57	9.35	FALSO
2	4.404	4.31	4.642	4.715	7.70	9.40	0.82
3	4.483	4.378	4.714	4.79	7.67	9.41	0.82
4	4.455	4.349	4.685	4.734	7.73	8.85	0.87
5	4.571	4.462	4.805	4.9	7.69	9.82	0.78
Promedio				7.67		9.37	0.82
Estudio de campo :fecha: 09/03/2021      ladrillera : "Asociacion de ladrilleros de san Luis"							
<b>ABSORCION, ABSORCION MAXIMA Y COEFICIENTE DE SATURACION DE UNIDADES - MUESTRA PATRON : LIMALLA AL 0%</b>							
ESPECIMEN	PESO (kg)			ABSORCION		ABS. MAXIMA	COEFICIENTE SATURACION
	Natural	Seco	24h inm.	5h ebul.	%		
1	4.600	4.491	4.818	4.892	7.28	8.93	0.82
2	4.625	4.531	4.863	4.91	7.33	8.36	0.88
3	4.605	4.511	4.847	4.902	7.45	8.67	0.86
4	4.730	4.625	4.961	5.01	7.26	8.32	0.87
5	4.754	4.648	4.991	5.06	7.38	8.86	0.83
Promedio				7.34		8.63	0.85
Estudio de campo :fecha: 25/03/2021      limalla al 0%							
<b>ABSORCION, ABSORCION MAXIMA Y COEFICIENTE DE SATURACION DE UNIDADES - MUESTRA PATRON : LIMALLA AL 25%</b>							
ESPECIMEN	PESO (kg)			ABSORCION		ABS. MAXIMA	COEFICIENTE SATURACION
	Natural	Seco	24h inm.	5h ebul.	%		
1	4.469	4.381	4.695	4.767	7.17	8.81	0.81
2	4.484	4.38	4.705	4.766	7.42	8.81	0.84
3	4.464	4.365	4.69	4.751	7.45	8.84	0.84
4	4.489	4.382	4.696	4.768	7.17	8.81	0.81
5	4.374	4.275	4.58	4.661	7.13	9.03	0.79
Promedio				7.27		8.86	0.82
Estudio de campo :fecha: 25/03/2021      limalla al 25%							
<b>ABSORCION, ABSORCION MAXIMA Y COEFICIENTE DE SATURACION DE UNIDADES - MUESTRA PATRON : LIMALLA AL 35%</b>							
ESPECIMEN	PESO (kg)			ABSORCION		ABS. MAXIMA	COEFICIENTE SATURACION
	Natural	Seco	24h inm.	5h ebul.	%		
1	4.455	4.349	4.66	4.706	7.15	8.21	0.87
2	4.571	4.462	4.786	4.819	7.26	8.00	0.91
3	4.469	4.381	4.702	4.738	7.33	8.15	0.90
4	4.484	4.38	4.69	4.737	7.08	8.15	0.85
5	4.464	4.365	4.69	4.722	7.45	8.18	0.91
Promedio				7.25		8.14	0.89
Estudio de campo :fecha: 25/03/2021      limalla al 35%							
<b>ABSORCION, ABSORCION MAXIMA Y COEFICIENTE DE SATURACION DE UNIDADES - MUESTRA PATRON : LIMALLA AL 50%</b>							
ESPECIMEN	PESO (kg)			ABSORCION		ABS. MAXIMA	COEFICIENTE SATURACION
	Natural	Seco	24h inm.	5h ebul.	%		
1	4.404	4.31	4.612	4.666	7.01	8.26	0.85
2	4.483	4.378	4.692	4.734	7.17	8.13	0.88
3	4.455	4.349	4.65	4.705	6.92	8.19	0.85
4	4.571	4.462	4.78	4.818	7.13	7.98	0.89
5	4.469	4.381	4.703	4.737	7.35	8.13	0.90
Promedio				7.12		8.14	0.87
Estudio de campo :fecha: 25/03/2021      limalla al 50%							



Anexo 14. Análisis Químico de Limalla - 1



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
**LABICER (Laboratorio N° 12)**  
**ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN**



**INFORME TÉCNICO N° 0395 – 21 – LABICER**

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : LUIS ANTÓN CASTILLO VEGA  
EMILIA EDITH EVANGELISTA APONTE
  - 1.2 DNI : 45361167  
47250121
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 20 / 04 / 2021
  - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 21 / 04 / 2021
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 22 / 04 / 2021
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE LIMALLA
  - 4.2 TESIS : "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS  
DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO  
CHIMBOTE - 2019"
  - 4.3 PROCEDENCIA : ANCASH – SANTA – NUEVO CHIMBOTE (SIDER PERÚ)
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 24.0°C; Humedad relativa: 61%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : Espectrómetro de fluorescencia de rayos x de energía dispersiva.  
SHIMADZU, EDX 800HS.
8. **RESULTADOS**
  - 8.1 **ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Hierro (Fe)	96.237	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva <sup>(1)</sup>
Silicio (Si)	1.263	
Manganeso (Mn)	0.969	
Calcio (Ca)	0.395	
Cobre (Cu)	0.341	
Azufre (S)	0.330	
Fósforo (P)	0.299	
Cromo (Cr)	0.166	

<sup>(1)</sup> Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X.  
Análisis semicuantitativo en atmósfera de aire.

INFORME TÉCNICO N° 0395-21- LABICER

Página 1 de 3

Av. Túpac Amaru 210 Rimac. Teléfono: 481 1070 Anexo: 5018 / 382 0500. Correos: labicer@uni.edu.pe /otilia@uni.edu.pe

## Anexo 15. Análisis Químico de Limalla – 2

### 8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de hierro ( $Fe_2O_3$ )	97.182	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva <sup>(1)</sup>
Óxido de silicio ( $SiO_2$ )	1.000	
Óxido de manganeso ( $MnO$ )	0.857	
Óxido de fósforo ( $P_2O_5$ )	0.443	
Óxido de calcio ( $CaO$ )	0.210	
Óxido de Cromo ( $Cr_2O_3$ )	0.155	
Óxido de cobre ( $CuO$ )	0.113	
Óxido de azufre ( $SO_2$ )	0.039	

<sup>(1)</sup> Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de aire.

### 9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

  
Bach. David Rojas M.  
Analista  
LABICER -UNI

  
  
M.Sc. Otilia Achá de la Cruz  
Responsable de Análisis  
Jefa de Laboratorio  
CQP 202

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

Anexo 16. Ensayo de Resistencia a la Compresión Unitaria "Ladrillera San Luis."

**GEOMG S.A.C.**  
*Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.*  
Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash  
Claro: 943355197 / Entel: 998185953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com  
www.geomsac.com

**INFORME N° GM-LB-357-01**

PROYECTO	: Tesis: "Mejoras en las propiedades de ladrillos de concreto con el uso de limalla nuevo Chimbote"
SOLICITA	: Tesisistas: Castillo Vega Luis Antón y Evangelista Aponte Emilia Edith
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash
FECHA	: 20/04/2020

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

Muestra : Ladrillo Artesanal (Ladrillera San Luis)  
Fecha de Elaboración : 23/03/2021  
Fecha de Ensayo : 20/04/2021  
Edad : 28 días

IDENTIFICACION ESPECIMEN	DIMENSIONES (cm)			AREA (cm <sup>2</sup> ) BRUTA	P max (Kg)	f'b (kg/cm <sup>2</sup> ) BRUTA
	L	A	H			
1 M - 1 (Ladrillera San Luis)	21.54	12.60	8.75	271.40	21226.70	78.21
2 M - 2 (Ladrillera San Luis)	21.66	12.58	8.81	272.48	22884.70	83.99
3 M - 3 (Ladrillera San Luis)	21.59	12.52	8.57	270.31	24829.20	91.86
4 M - 4 (Ladrillera San Luis)	21.52	12.51	8.64	269.22	19980.10	74.22
5 M - 5 (Ladrillera San Luis)	21.43	12.51	8.76	268.09	25276.80	94.29
<b>PROMEDIO</b>						<b>84.51</b>

f'b: Resistencia a la compresión de la unidad, referida al área bruta, en kg/cm<sup>2</sup>

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

Anexo 17. Ensayo de Resistencia a la Compresión Unitaria "Limalla al 0%"

**GEOMG S.A.C.**  
*Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.*  
Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash  
Claro: 943355197 / Entel: 998185953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GM-LB-357-05**

<b>PROYECTO</b>	: Tesis: "Mejoras en las propiedades de ladrillos de concreto con el uso de limalla nuevo Chimbote"
<b>SOLICITA</b>	: Tesisistas: Castillo Vega Luis Antón y Evangelista Aponte Emilia Edith
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Nuevo Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash
<b>FECHA</b>	: 20/04/2020

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

Muestra : Ladrillo Artesanal (Muestra Patrón Limalla 0%)  
Fecha de Elaboración : 23/03/2021  
Fecha de Ensayo : 20/04/2021  
Edad : 28 días

IDENTIFICACION ESPECIMEN	DIMENSIONES (cm)			AREA (cm <sup>2</sup> ) BRUTA	P max (Kg)	fb (kg/cm <sup>2</sup> ) BRUTA
	L	A	H			
1 M - 1 (Patrón Limalla 0%)	21.70	12.65	8.59	274.51	36593.00	133.31
2 M - 2 (Patrón Limalla 0%)	21.78	12.64	8.72	275.30	36524.00	132.67
3 M - 3 (Patrón Limalla 0%)	21.85	12.79	8.91	279.46	29164.00	104.36
4 M - 4 (Patrón Limalla 0%)	21.68	12.80	8.65	277.50	32320.60	116.47
5 M - 5 (Patrón Limalla 0%)	21.70	12.63	8.55	274.07	38004.50	138.67
<b>PROMEDIO</b>						<b>125.09</b>

f<sub>b</sub>: Resistencia a la compresión de la unidad, referida al área bruta, en kg/cm<sup>2</sup>






Anexo 18. Ensayo de Resistencia a la Compresión Unitaria "Limalla al 25 %"

**GEOMG S.A.C.**  
*Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.*  
Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash  
Claro: 943355197 / Entel: 998185953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com  
www.geomsac.com

**INFORME N° GM-LB-357-04**

<b>PROYECTO</b>	: Tesis: " Mejoras en las propiedades de ladrillos de concreto con el uso de limalla nuevo Chimbote "
<b>SOLICITA</b>	: Tesistas: Castillo Vega Luis Antón y Evangelista Aponte Emilia Edith
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Nuevo Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash
<b>FECHA</b>	: 20/04/2020

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)**

Muestra : Ladrillo Artesanal (Muestra Patrón Limalla 25%)  
Fecha de Elaboración : 23/03/2021  
Fecha de Ensayo : 20/04/2021  
Edad : 28 días

IDENTIFICACION ESPECIMEN		DIMENSIONES (cm)			AREA (cm <sup>2</sup> ) BRUTA	P max (Kg)	Fb (kg/cm <sup>2</sup> ) BRUTA
1	M - 1 (Patrón Limalla 25%)	21.58	12.65	8.95	272.99	35494.90	130.02
2	M - 2 (Patrón Limalla 25%)	21.70	12.60	8.72	273.42	39767.90	145.45
3	M - 3 (Patrón Limalla 25%)	21.80	12.70	8.69	276.86	36058.20	130.24
4	M - 4 (Patrón Limalla 25%)	21.71	12.70	8.82	275.72	36328.70	131.76
5	M - 5 (Patrón Limalla 25%)	21.72	12.71	8.88	276.06	36456.10	132.06
						<b>PROMEDIO</b>	<b>133.91</b>

Fb: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area bruta, en kg/cm<sup>2</sup>

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

Anexo 19. Ensayo de Resistencia a la Compresión Unitaria "Limalla al 35 %"

**GEOMG S.A.C.**  
*Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.*  
Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash  
Claro: 943355197 / Entel: 998185953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com  
www.geomsac.com

**INFORME N° GM-LB-357-03**

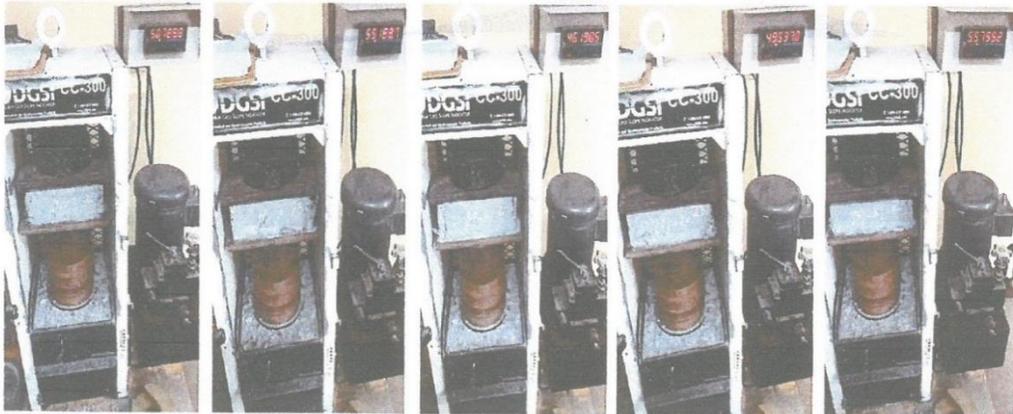
<b>PROYECTO</b>	: Tesis: "Mejoras en las propiedades de ladrillos de concreto con el uso de limalla nuevo Chimbote"
<b>SOLICITA</b>	: Tesistas: Castillo Vega Luis Antón y Evangelista Aponte Emilia Edith
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Nuevo Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash
<b>FECHA</b>	: 20/04/2020

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

Muestra : Ladrillo Artesanal (Muestra Patrón Limalla 35%)  
Fecha de Elaboración : 23/03/2021  
Fecha de Ensayo : 20/04/2021  
Edad : 28 días

IDENTIFICACION ESPECIMEN	DIMENSIONES (cm)			AREA (cm <sup>2</sup> )	P max	f <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
	L	A	H	BRUTA	(Kg)	BRUTA
1 M - 1 (Patrón Limalla 35%)	21.50	12.72	9.05	273.48	50789.80	185.72
2 M - 2 (Patrón Limalla 35%)	21.75	12.69	8.75	276.05	55188.70	199.93
3 M - 3 (Patrón Limalla 35%)	21.70	12.72	8.91	276.02	46190.50	167.34
4 M - 4 (Patrón Limalla 35%)	21.75	12.62	8.65	274.49	49537.00	180.47
5 M - 5 (Patrón Limalla 35%)	21.68	12.70	8.90	275.34	55755.20	202.50
<b>PROMEDIO</b>						<b>187.19</b>

P<sub>b</sub>: Resistencia a la compresión de la unidad, referida al área bruta, en kg/cm<sup>2</sup>




  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

Anexo 20. Ensayo de Resistencia a la Compresión Unitaria "Limalla al 50 %"

**GEOMG S.A.C.**  
*Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.*  
Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash  
Claro: 943355197 / Entel: 998185953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com  
www.geomsac.com

**INFORME N° GM-LB-357-02**

PROYECTO	: Tesis: "Mejoras en las propiedades de ladrillos de concreto con el uso de limalla nuevo Chimbote"
SOLICITA	: Testistas: Castillo Vega Luis Antón y Evangelista Aponte Emilia Edith
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash
FECHA	: 20/04/2020

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
(ASTM C-39)**

Muestra : Ladrillo Artesanal (Muestra Patrón Limalla 50%)  
Fecha de Elaboración : 23/03/2021  
Fecha de Ensayo : 20/04/2021  
Edad : 28 días

IDENTIFICACION ESPECIMEN		DIMENSIONES (cm)			AREA (cm <sup>2</sup> ) BRUTA	P max (Kg)	f'b (kg/cm <sup>2</sup> ) BRUTA
		L	A	H			
1	M - 1 (Patrón Limalla 50%)	21.50	12.61	8.70	271.12	49917.30	184.12
2	M - 2 (Patrón Limalla 50%)	21.61	12.72	8.79	274.88	52420.00	190.70
3	M - 3 (Patrón Limalla 50%)	21.65	12.75	8.81	276.04	59948.00	217.17
4	M - 4 (Patrón Limalla 50%)	21.60	12.79	8.92	276.26	54595.60	197.62
5	M - 5 (Patrón Limalla 50%)	21.55	12.80	8.72	275.84	52387.00	189.92
<b>PROMEDIO</b>							<b>195.91</b>

f'b: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area bruta, en kg/cm<sup>2</sup>

**GEOMG S.A.C.**  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

Anexo 21. Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial (pilas), "ladrillera san luis"

**GEOMG S.A.C.**  
Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.  
Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash  
Claro: 943355197 / Entel: 998185953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomgsac.com  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GM-LB21-476-01**

<b>PROYECTO</b>	: Tesis: "Mejoras en las propiedades de ladrillos de concreto con el uso de limalla nuevo Chimbote"
<b>SOLICITA</b>	: Tesistas: Castillo Vega Luis Antón y Evangelista Aponte Emilia Edith
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash
<b>FECHA</b>	: 20/05/2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA**  
**NTP 399.605**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
Tipo de Unidad:	Pila	Clase:	Ladrillo de Arcilla Artesanal
Muestra:	M - 1 (Ladrillera San Luis)		

**DIMENSIONAMIENTO DE LAS PILAS**

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	1	2	PROM	1	2	PROM	1	2	PROM
PILA 1	21.48	21.55	21.52	12.63	12.67	12.65	28.42	28.38	28.40
PILA 2	21.62	21.51	21.57	12.69	12.67	12.68	28.10	28.00	28.05
PILA 3	21.56	21.51	21.54	12.60	12.66	12.63	27.75	27.85	27.80

**DIMENSIONES DE LAS PILAS**

Unidad	EDAD (Días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Esbeltez	Factor Corrección (Norma E-070)
PILA 1	28.00	21.52	12.65	28.40	272.16	2.25	0.76
PILA 2	28.00	21.57	12.68	28.05	273.44	2.21	0.76
PILA 3	28.00	21.54	12.63	27.80	271.99	2.20	0.76

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS**

Unidad	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (KG)	f <sub>m</sub> Corregido (KG/cm <sup>2</sup> )	f <sub>m</sub> (Mpa)
PILA 1	21.52	12.65	272.16	5105.05	19.520	1.91
PILA 2	21.57	12.68	273.44	7690.87	28.886	2.83
PILA 3	21.54	12.63	271.99	7292.93	27.573	2.70

$$f_m = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Área Bruta}}$$

$$f'_m = f_m - S$$

	(KN/mm <sup>2</sup> )	(MPa)
Resistencia Promedio (f <sub>m</sub> )	25.326	2.48
Desviación estandar (S)	5.07	0.65
f <sub>m</sub>	20.255	1.83

Resistencia característica a compresión axial: **f<sub>m</sub> = 20.255 KN/cm<sup>2</sup> : 1.83 MPa**

Observaciones: Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

Ing. Jorge B. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

Anexo 22. Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial (pilas), "Limalla al 0 %"

**GEOMG S.A.C.**  
Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.  
Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash  
Claro: 943355197 / Entel: 998185953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com  
www.geomsac.com

**INFORME N° GM-LB21-476-04**

<b>PROYECTO</b>	: Tesis: "Mejoras en las propiedades de ladrillos de concreto con el uso de limalla nuevo Chimbote"
<b>SOLICITA</b>	: Tesistas: Castillo Vega Luis Antón y Evangelista Aponte Emilia Edith
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash
<b>FECHA</b>	: 20/05/2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
NTP 399.605**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA				
Tipo de Unidad:	Pila	Clase:	Ladrillo de Arcilla Artesanal	Muestra:
M - 1 (Patrón Limalla 0%)				

**DIMENSIONAMIENTO DE LAS PILAS**

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	1	2	PROM	1	2	PROM	1	2	PROM
PILA 1	21.64	21.59	21.62	12.70	12.72	12.71	27.56	27.64	27.60
PILA 2	21.40	21.42	21.41	12.74	12.71	12.73	27.91	27.88	27.90
PILA 3	21.65	21.56	21.61	12.59	12.64	12.62	27.26	26.94	27.10

**DIMENSIONES DE LAS PILAS**

Unidad	EDAD (Días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Esbeltez	Factor Corrección (Norma E-070)
PILA 1	28.00	21.62	12.71	27.60	274.73	2.17	0.76
PILA 2	28.00	21.41	12.73	27.90	272.44	2.19	0.76
PILA 3	28.00	21.61	12.62	27.10	272.55	2.15	0.75

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS**

Unidad	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (KG)	fm Corregido (KG/cm <sup>2</sup> )	fm (Mpa)
PILA 1	21.62	12.71	274.73	14314.30	52.860	5.18
PILA 2	21.41	12.73	272.44	14834.10	55.207	5.41
PILA 3	21.61	12.62	272.55	6818.35	25.772	2.53

$f_m = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Área Bruta}}$		
$f'_m = f_m - S$		

	(KN/mm <sup>2</sup> )	(MPa)
Resistencia Promedio (fm)	44.613	4.38
Desviación estandar (S)	16.36	0.16
fm	28.254	4.21

Resistencia característica a compresión axial: **fm = 28.254 KN/cm<sup>2</sup> : 4.21 MPa**

Observaciones: Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

Anexo 23. Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial (pilas), "Limalla al 25 %"

**GEOMG S.A.C.**  
Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.  
Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash  
Claro: 943355197 / Entel: 998185953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com  
www.geomsac.com

**INFORME N° GM-LB21-476-03**

PROYECTO : Tesis: "Mejoras en las propiedades de ladrillos de concreto con el uso de limalla nuevo Chimbote"  
SOLICITA : Testistas: Castillo Vega Luis Antón y Evangelista Aponte Emilia Edith  
UBICACIÓN : Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash  
FECHA : 20/05/2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA**  
NTP 399.605

**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA**

Tipo de Unidad:	Pila	Clase:	Ladrillo de Arcilla Artesanal	Muestra:	M - 1 (Patrón Limalla 25%)
-----------------	------	--------	-------------------------------	----------	----------------------------

**DIMENSIONAMIENTO DE LAS PILAS**

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	1	2	PROM	1	2	PROM	1	2	PROM
PILA 1	21.54	21.54	21.54	12.73	12.64	12.69	28.42	28.38	28.40
PILA 2	21.57	21.48	21.53	12.62	12.56	12.59	28.10	28.00	28.05
PILA 3	21.73	21.69	21.71	12.60	12.66	12.63	27.75	27.85	27.80

**DIMENSIONES DE LAS PILAS**

Unidad	EDAD (Días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Esbeltez	Factor Corrección (Norma E-070)
PILA 1	28.00	21.54	12.69	28.40	273.23	2.24	0.76
PILA 2	28.00	21.53	12.59	28.05	271.00	2.23	0.76
PILA 3	28.00	21.71	12.63	27.80	274.20	2.20	0.76

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS**

Unidad	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (KG)	fm Corregido (KG/cm <sup>2</sup> )	fm (Mpa)
PILA 1	21.54	12.69	273.23	15386.90	57.076	5.60
PILA 2	21.53	12.59	271.00	20195.20	75.282	7.38
PILA 3	21.71	12.63	274.20	17546.40	64.751	6.35

$$f_m = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Área Bruta}}$$

$$f'_m = f_m - S$$

	(KN/mm <sup>2</sup> )	(MPa)
Resistencia Promedio (fm)	65.703	6.44
Desviación estandar (S)	9.14	1.26
f'm	56.563	5.18

Resistencia característica a compresión axial: **f'm = 56.563 KN/cm<sup>2</sup> : 5.18 MPa**

Observaciones: Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

   
Ing. Jorge E. Morillo Prujillo  
CIP N° 69734

Anexo 24. Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial (pilas), "Limalla al 35 %"

**GEOMG S.A.C.**  
Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.  
Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash  
Claro: 943355197 / Entel: 998185953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com  
www.geomgsac.com

**INFORME N° GM-LB21-476-05**

<b>PROYECTO</b>	: Tesis: "Mejoras en las propiedades de ladrillos de concreto con el uso de limalla nuevo Chimbote"
<b>SOLICITA</b>	: Testistas: Castillo Vega Luis Antón y Evangelista Aponte Emilia Edith
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash
<b>FECHA</b>	: 20/05/2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
NTP 399.605**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
Tipo de Unidad:	Pila	Clase:	Ladrillo de Arcilla Artesanal
Muestra:	M - 1 (Patrón Limalla 35%)		

**DIMENSIONAMIENTO DE LAS PILAS**

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	1	2	PROM	1	2	PROM	1	2	PROM
PILA 1	21.58	21.60	21.59	12.71	12.65	12.68	28.28	27.96	28.12
PILA 2	21.68	21.68	21.68	12.58	12.65	12.62	27.31	27.11	27.21
PILA 3	21.67	21.65	21.66	12.58	12.76	12.67	27.61	27.48	27.55

**DIMENSIONES DE LAS PILAS**

Unidad	EDAD (Dias)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Esbeltez	Factor Corrección (Norma E-070)
PILA 1	28.00	21.59	12.68	28.12	273.76	2.22	0.76
PILA 2	28.00	21.68	12.62	27.21	273.49	2.16	0.76
PILA 3	28.00	21.66	12.67	27.55	274.43	2.17	0.76

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS**

Unidad	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (KG)	fm Corregido (KG/cm <sup>2</sup> )	fm (Mpa)
PILA 1	21.59	12.68	273.76	16604.10	61.412	6.02
PILA 2	21.68	12.62	273.49	17240.70	63.794	6.26
PILA 3	21.66	12.67	274.43	16992.10	62.674	6.15

$$f_m = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Área Bruta}}$$

$$f'_m = f_m - S$$

	(KN/mm <sup>2</sup> )	(MPa)
Resistencia Promedio (fm)	62.627	6.14
Desviación estandar (S)	1.19	0.17
fm	61.435	5.98

Resistencia característica a compresión axial:  $f'_m = 61.435 \text{ KN/cm}^2 : 5.98 \text{ MPa}$

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

Anexo 25. Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial (pilas), "Limalla al 50 %"

**GEOMG S.A.C.**  
*Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.*  
Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash  
Claro: 943355197 / Entel: 998185953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com  
www.geomsac.com

**INFORME N° GM-LB21-476-02**

<b>PROYECTO</b>	: Tesis: " Mejoras en las propiedades de ladrillos de concreto con el uso de limalla nuevo Chimbote "
<b>SOLICITA</b>	: Tesistas: Castillo Vega Luis Antón y Evangelista Aponte Emilia Edith
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash
<b>FECHA</b>	: 20/05/2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA  
NTP 399.605**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA					
Tipo de Unidad:	Pila	Clase:	Ladrillo de Arcilla Artesanal	Muestra:	M - 1 (Patrón Limalla 50% )

**DIMENSIONAMIENTO DE LAS PILAS**

Unidad	LARGO (cm)			ANCHO (cm)			ALTO (cm)		
	1	2	PROM	1	2	PROM	1	2	PROM
PILA 1	21.60	21.50	21.55	12.65	12.58	12.62	27.70	27.60	27.65
PILA 2	21.52	21.48	21.50	12.60	12.65	12.63	27.81	27.89	27.85
PILA 3	21.73	21.71	21.72	12.59	12.49	12.54	28.20	27.99	28.10

**DIMENSIONES DE LAS PILAS**

Unidad	EDAD (Días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Esbeltez	Factor Corrección (Norma E-070)
PILA 1	28.00	21.55	12.62	27.65	271.85	2.19	0.76
PILA 2	28.00	21.50	12.63	27.85	271.44	2.21	0.76
PILA 3	28.00	21.72	12.54	28.10	272.37	2.24	0.76

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PILAS**

Unidad	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (KG)	fm Corregido (KG/cm <sup>2</sup> )	fm (Mpa)
PILA 1	21.55	12.62	271.85	19199.20	71.382	7.00
PILA 2	21.50	12.63	271.44	19108.70	71.158	6.98
PILA 3	21.72	12.54	272.37	18707.90	69.448	6.81

$$f_m = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Área Bruta}}$$

$$f'_m = f_m - S$$

	(KN/mm <sup>2</sup> )	(MPa)
Resistencia Promedio (fm)	70.663	6.93
Desviación estandar (S)	1.06	0.02
f <sub>m</sub>	69.605	6.91

Resistencia característica a compresión axial: **f<sub>m</sub> = 69.605 KN/cm<sup>2</sup> : 6.91 MPa**

Observaciones: Los testigos fueron elaborados y proporcionados por el solicitante.

GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge B. Morillo Trujillo

CIP N° 68738

V°B°: .....

Anexo 26. Ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal (muretes), "Ladrillera san Luis."

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Camera de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET** | Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : CASTILLO VEGA LUIS ANTON / EVANGELISTA APONTE EMILIA EDITH  
**Obra** : "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"  
**Ubicación** : ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE  
**Asunto** : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-0795-1  
**Recibo N°** : 74356  
**Fecha de emisión** : 27/05/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Muretes elaborados con ladrillos artesanales de concreto, proporcionados por el solicitante, marca SAN LUIS.  
Los muretes fueron elaborados con una proporción en volumen de mortero de 1 : 4 y un espesor de junta de 1.5 cm.  
Materiales para el mortero, proporcionado por el solicitante:  
Arena gruesa y cemento Portland Nacional Tipo I.

**2.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 25 °C H.R. = 64 %

**3.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de Calibración: CMC-046-2020  
Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.

**4.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.621 y E-070 del RNE.  
Procedimiento interno AT-PR-08.

**5.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1 - 1 : Murete	25/05/2021	57.1	57.9	12.3	707.3	5200	5.2
M - 1 - 2 : Murete	25/05/2021	58.0	57.5	12.3	710.3	5300	5.3

Esfuerzo de corte promedio (kg/cm<sup>2</sup>) = 5.2  
Desviación Estándar (kg/ cm<sup>2</sup>) = 0.05  
Coeficiente de Variación (%) = 1.0  
Resistencia compresión promedio del mortero = 223 (kg/ cm<sup>2</sup>)

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. E.G.V./C.G.A.  
DIGITADO: C.V.M.

Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:  
1) Está prohibido reproducir o modificar el Informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante

---

**UNI-LEM**  
*La Calidad es nuestro compromiso*  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI

Anexo 27. Ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal (muretes), "Limalla 0 %."

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET** | Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

**INFORME**

**Del A Obra** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
: CASTILLO VEGA LUIS ANTON / EVANGELISTA APONTE EMILIA EDITH  
: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"

**Ubicación Asunto** : ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE  
: Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería

**Expediente N°** : 21-0795-2

**Recibo N°** : 74356

**Fecha de emisión** : 27/05/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Muretes elaborados con ladrillos artesanales de concreto con 0% de Limalla, proporcionados por el solicitante.  
Los muretes fueron elaborados con una proporción en volumen de mortero 1 : 4 y un espesor de junta de 1.5 cm.  
Materiales para el mortero, proporcionado por el solicitante:  
Arena gruesa y cemento Portland Nacional Tipo I.

**2.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 21.2 °C H.R. = 64.4 %

**3.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de Calibración: CMC-046-2020  
Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.

**4.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.621 y E-070 del RNE.  
Procedimiento interno AT-PR-08.

**5.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm²)
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1 - 1 Murete 0% Limalla	25/05/2021	56 1	57 2	12 3	696 8	13100	13 3
M - 1 - 2 Murete 0% Limalla	25/05/2021	56 0	56 5	12 3	691 9	11300	11 5

Esfuerzo de corte promedio (kg/cm²) = 12.4  
Desviación Estándar (kg/ cm²) = 1.23  
Coeficiente de Vanación (%) = 9.9  
Resistencia compresión promedio del mortero = 223 (kg/ cm²)

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

Hecho por Técnico : Mag Ing C Villegas M  
: Sr. E G V / C G A

Ing Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del laboratorio

DIGITADO C.V.M.

NOTAS:  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

Anexo 28. Ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal (muretes), "Limalla 25 %."

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET** Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : CASTILLO VEGA LUIS ANTON / EVANGELISTA APONTE EMILIA EDITH  
Obra : "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"  
Ubicación : ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE  
Asunto : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería  
Expediente N° : 21-0795-3  
Recibo N° : 74358  
Fecha de emisión : 27/05/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Muretes elaborados con ladrillos artesanales de concreto con 25% de Limalla, proporcionados por el solicitante.  
Los muretes fueron elaborados con una proporción en volumen de mortero 1 : 4 y un espesor de junta de 1.5 cm.  
Materiales para el mortero, proporcionado por el solicitante:  
Arena gruesa y cemento Portland Nacional Tipo I

**2.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 21.2 °C H R. = 64.4 %

**3.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de Calibración: CMC-046-2020  
Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.

**4.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.621 y E-070 del RNE.  
Procedimiento interno AT-PR-08.

**5.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm²)
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1 - 1 : Murete 25% Limalla	21/05/2021	56.4	56.4	12.3	693.7	17500	17.8
M - 1 - 2 : Murete 25% Limalla	21/05/2021	56.3	56.2	12.4	697.5	12000	12.2

Esfuerzo de corte promedio (kg/cm²) = 15.0  
Desviación Estándar (kg/ cm²) = 4.01  
Coeficiente de Variación (%) = 26.7  
Resistencia compresión promedio del mortero = 223 (kg/ cm²)

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. E G V / C. G. A.

Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del laboratorio

DIGITADO C.V.M.

**NOTAS**  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

Anexo 29. Ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal (muretes), "Limalla 25 %."

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET** | Engineering Technology Accreditation Commission

---

**INFORME**

**Del A Obra** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
: CASTILLO VEGA LUIS ANTON / EVANGELISTA APONTE EMILIA EDITH  
: "MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE - 2019"

**Ubicación** : ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE  
**Asunto** : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-0796-4  
**Recibo N°** : 74366  
**Fecha de emisión** : 27/06/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Muretes elaborados con ladrillos artesanales de concreto con 50% de Limalla, proporcionados por el solicitante.  
Los muretes fueron elaborados con una proporción en volumen de mortero 1 : 4 y un espesor de junta de 1.5 cm.  
Materiales para el mortero, proporcionado por el solicitante:  
Arena gruesa y cemento Portland Nacional Tipo I.

**2.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 21.2 °C H.R. = 64.2 %

**3.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de Calibración: CMC-046-2020  
Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.

**4.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.621 y E-070 del RNE  
Procedimiento interno AT-PR-08

**5.0. RESULTADOS**

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1 - 1 : Murete 50% Limalla	21/05/2021	56 0	56 3	12 3	690 6	19450	19 9
M - 1 - 2 : Murete 50% Limalla	21/05/2021	56 5	56 5	12 4	700 6	19650	19 8

Esfuerzo de corte promedio (kg/cm<sup>2</sup>) = 19.9  
Desviación Estándar (kg/ cm<sup>2</sup>) = 0.06  
Coeficiente de Variación (%) = 0.3  
Resistencia compresión promedio del mortero = 223 (kg/ cm<sup>2</sup>)

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M  
Técnico Sr. E.G.V./C.G.A.

Ing. Rafael Cachay Huarán  
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante

---

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

Anexo 30. Panel Fotográfico

**Visita A Sider-Peru Gerdau- Para Obterner Limalla**



**FOTOGRAFIA N°01:** Reunión con el ingeniero industrial de Sider Peru, dándonos alcances del proceso de obtención de la Limalla.

**Visita a la ladrillera:” asociacion de ladrilleros de san luis”, para la obtencion de las unidades y los agregados.**



**FOTOGRAFIA N°02:** Charla con uno de los socios de la ladrillera San Luis, explicándonos el proceso de elaboración de los ladrillos.

**FOTOGRAFIA N°03:** Se visualiza la preparación de la mezcla para elaboración posterior de los ladrillos, realizándose de una manera homogénea y agregándose agua.



**FOTOGRAFIA N°04:** Posteriormente se realiza el moldeado de los ladrillos, y se prosigue con el tendido de las unidades, para luego curarlas con agua.

**FOTOGRAFIA N°05:** Se visualiza el tendido de las unidades dejándose reposar en una superficie plana.



## Ensayos Físicos De Los Materiales Utilizados Para La Elaboracion De Ladrillos De Concreto



**FOTOGRAFIA N°06:** Se realizó el cuarteo respectivo a los agregados (agregado global, arena fina, confitto), y limalla.

**FOTOGRAFIA N°07:** Se colocó al horno todas las muestras cuarteadas, para posteriormente realizar los ensayos respectivos.



de

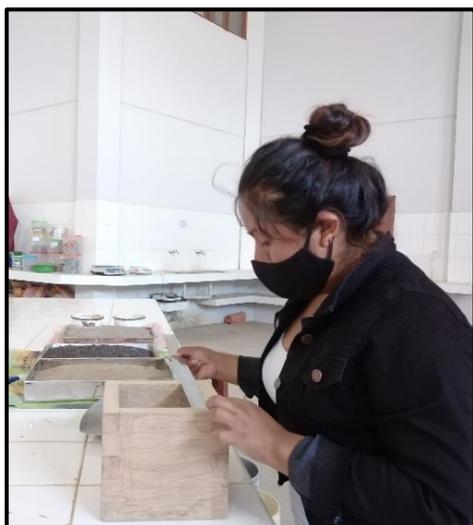


**FOTOGRAFIA N°08:** se realizó el ensayo de contenido humedad del: agregado global, arena fina, confitto y limalla.

**FOTOGRAFIA N°09:** Se procedió a llevar las muestras de las taras al horno.



**FOTOGRAFIA N°10:** Luego de sacar las muestras del horno se procedió a pesar las muestras en la balanza.



**FOTOGRAFIA N°11:** Se realizó el ensayo de peso unitario suelto del agregado global, arena fina, confitillo y limalla.

**FOTOGRAFIA N°12:** Se pesó el molde de madera en la balanza.



**FOTOGRAFIA N°13:** Se prosiguió al llenado del material suelto en el molde, luego se pesó en la balanza.



**FOTOGRAFIA N°14:** Se realizó el ensayo de peso unitario compacto del agregado global, arena fina, confitillo y limalla.



**FOTOGRAFIA N°15:** Se realizó el ensayo de granulometría de agregado global, arena fina, confitillo y limalla.



**FOTOGRAFIA N°16:** Se realizó el ensayo de peso específico de agregado global, arena fina, confitillo y limalla.



**FOTOGRAFIA N°17:** Previamente se pesaron las muestras en una balanza, para luego hidratarlos, y proceder a secar a una consistencia adecuada.

**FOTOGRAFIA N°18:** Luego la muestra se hecho en el cono para apisonarlo posteriormente se retiró el cono metálico.



**FOTOGRAFIA N°19:** Se pesaron las muestras de los agregados y también el agua destilada en la fiola.



**FOTOGRAFIA N°20:** Se incorporó la muestra en la fiola con agua destilada y se procedió a pesarlo.

**FOTOGRAFIA N°21:** Se sustrajo el agua destilada de la fiola.



## Visita A La Ladrillera: "Asociacion De Ladrilleros De San Luis", Para La Obtencion De Los Agregados



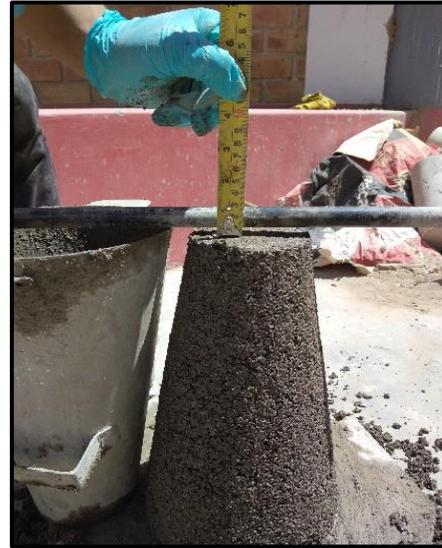
**FOTOGRAFIA N°22:** Se recogió los agregados de la ladrillera: "Asociación de ladrilleros de San Luis", provenientes de la cantera Vesique. el agregado global se pasó por una malla de 3/8.



**FOTOGRAFIA N°23:** Se dosifico el concreto, por kilogramo, para elaborar las unidades.

**FOTOGRAFIA N°24:** Se mezcló todos los agregados, el cemento y agua, de acuerdo a una dosificación calculada.





**FOTOGRAFIA N°25:** Se realizó el ensayo de slum (cono de abrams), antes de elaborar las unidades, la cual se obtuvo menor a 1".



**FOTOGRAFIA N°26:** Materiales y equipos que se utilizó para la elaboración de las unidades, y el lugar donde serán colocados.

**Elaboracion de las unidades de concreto de acuerdo a la dosificacion, la muestra patron al 0% de limalla y luego agregando limalla al 25%,35% y 50% al volumen de agregado preparado.**



**FOTOGRAFIA N°27:** Se prepararon los agregados de acuerdo a una dosificación y luego se preparó la mezcla como se muestra en la imagen.



**FOTOGRAFIA N°28:** Se procedió al moldeado de las unidades de concreto y luego al tendido de las unidades de albañilería.



**FOTOGRAFIA N°29:** Las unidades de albañilería se curaron por 28 días como indica en la Norma E-070.

### Pruebas Clasificatorias De Las Unidades De Albañilería



**FOTOGRAFIA N°30:** Se realizó el ensayo de variación dimensional después de 28 días de su elaboración de las unidades

**FOTOGRAFIA N°31:** Se midieron con el vernier todos los lados del ladrillo, haciendo las anotaciones correspondientes.



**FOTOGRAFIA N°32:** Se realizó el ensayo de alabeo después de 28 días de su elaboración de las unidades.

**FOTOGRAFIA N°33:** Con la ayuda del vernier y la cuña de madera se hicieron las mediciones a las unidades de albañilería.



**FOTOGRAFIA N°34:** Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión unitaria, a los 28 días de su elaboración de las unidades.

**FOTOGRAFIA N°35:** Se realizó el capping con mezcla 1:1 yeso cemento a las unidades de albañilería.



**FOTOGRAFIA N°36:** Se llevaron las unidades de albañilería al horno para su secado.

**FOTOGRAFIA N°37:** Se realizó la rotura de las unidades albañilería en sus diferentes adiciones de porcentaje de limalla con respecto al volumen preparado.



### Pruebas No Clasificatorias De Las Unidades De Albañilería



**FOTOGRAFIA N°38:** Se realizó el ensayo succión después de 28 días de su elaboración de las unidades.



**FOTOGRAFIA N°39:** Se realizó el ensayo de absorción y absorción máxima, de 28 días de su elaboración de las unidades.

### Ensayos De Resistencia A La Compresión Axial (Pilas)



**FOTOGRAFIA N°40:** Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión axial (pilas), de 28 días de su elaboración de las unidades.

**FOTOGRAFIA N°41:** Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión axial (pilas), de 28 días de su elaboración de las unidades.



**FOTOGRAFIA N°42:** Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión axial (pilas), de 28 días de su elaboración de las unidades.

### Ensayos De Resistencia A La Compresión Diagonal (Mueretes)



**FOTOGRAFIA N°43:** Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión diagonal (mueretes), de 28 días de su elaboración de las unidades, en el laboratorio de ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería.

**FOTOGRAFIA N°44:** Se trasladaron los muretes al laboratorio de ensayos de materiales.



**FOTOGRAFIA N°45:** Se acomodaron los muretes en la maquina con cuidado por los técnicos del laboratorio.

**FOTOGRAFIA N°46:** Se verificaron los registros de la máquina de ensayo universal.



**FOTOGRAFIA N°47:** Se realizaron las mediciones a los muretes; largo, ancho, diámetro.

**FOTOGRAFIA N°48:** Se aprecia la falla en el murete en sentido de la diagonal.



**FOTOGRAFIA N°49:** Se visualiza la falla en el murete correspondiente con los ladrillos de adición de limalla al 25%, con respecto al volumen del agregado preparado.

**FOTOGRAFIA N°50:** Se visualiza la falla en el murete correspondiente con los ladrillos de la Ladrillera San Luis



# MEJORAS DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO CON EL USO DE LIMALLA NUEVO CHIMBOTE 2019

## INFORME DE ORIGINALIDAD

28%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

17%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	9%
2	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	7%
3	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="http://tesis.pucp.edu.pe">tesis.pucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.uandina.edu.pe">repositorio.uandina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
9	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	

1 %

10

[repositorio.upn.edu.pe](http://repositorio.upn.edu.pe)

Fuente de Internet

1 %

11

[repositorio.unsa.edu.pe](http://repositorio.unsa.edu.pe)

Fuente de Internet

1 %

12

[docplayer.es](http://docplayer.es)

Fuente de Internet

<1 %

13

[www.untumbes.edu.pe](http://www.untumbes.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

14

Submitted to Universidad Católica de Santa  
María

Trabajo del estudiante

<1 %

15

[es.unionpedia.org](http://es.unionpedia.org)

Fuente de Internet

<1 %

16

[documents.mx](http://documents.mx)

Fuente de Internet

<1 %

17

[es.scribd.com](http://es.scribd.com)

Fuente de Internet

<1 %

18

[repositorio.unsch.edu.pe](http://repositorio.unsch.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

19

[repositorio.uss.edu.pe](http://repositorio.uss.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

20	Submitted to Asociacion para el Desarrollo Educativo APDE Trabajo del estudiante	<1 %
21	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
22	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	docslide.us Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	oscarpujay.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
26	Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica Trabajo del estudiante	<1 %
27	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %
28	www.proteccioncivil.org Fuente de Internet	<1 %
29	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
30	www.parro.com.ar Fuente de Internet	<1 %

31	<a href="https://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	<1 %
33	<a href="https://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="https://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="https://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
36	Submitted to Pontificia Universidad Catolica de Chile Trabajo del estudiante	<1 %
37	<a href="https://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
38	<a href="https://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
39	<a href="https://www.ccc.org.co">www.ccc.org.co</a> Fuente de Internet	<1 %
40	Submitted to Universidad de Piura Trabajo del estudiante	<1 %
41	<a href="https://myslide.es">myslide.es</a> Fuente de Internet	<1 %

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo