

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Análisis de las propiedades físico - mecánico y su evaluación ambiental en la composición de mezcla para la fabricación de ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas, provincia de Grau – Apurímac, 2025

Presentado por:

Rosmel Adolfo Yupanqui Vivanco

Felisiano Tuiro Gomez

Para optar el título de Ingeniero Civil

Abancay, Perú

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Análisis de las propiedades físico-mecánico y su evaluación ambiental en la composición de mezcla para la fabricación de ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas, provincia de Grau – Apurímac, 2025

Presentado por **Rosmel Adolfo Yupanqui Vivanco** y **Felisiano Tuiro Gomez**, para optar el título de Ingeniero Civil


Sustentado y aprobado el 27 de enero del 2026 ante el jurado evaluador:

Presidente:



Mtro. Darwih Duhamel Loayza Encalada

Primer miembro:



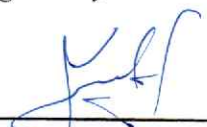
Mtro. Rómulo Gómez Noblega

Segundo miembro:



Ing. Fanny Silva Noriega

Asesor:



Mtro. Diomedes Napoleón Ferrel Sarmiento



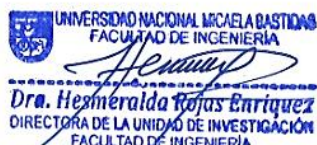
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 025-2026

La Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a través de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería declara que, la tesis titulada: **Análisis de las propiedades físico - mecánico y su evaluación ambiental en la composición de mezcla para la fabricación de ladrillos de arcilla en el Distrito de Micaela Bastidas Provincia de Grau – Apurímac ,2025**, presentado por los Bachrs: **ROSMEL ADOLFO YUPANQUI VIVANCO** y **FELISIANO TUIRO GOMEZ**, para optar el título de **Ingeniero Civil**; ha sido sometido a un mecanismo de evaluación y verificación de similitud, a través del Software Turnitin, siendo el índice de similitud ACEPTABLE de **(15%)** por lo que, cumple con los criterios de originalidad establecidos por la Universidad.

Abancay, 21 de enero del 2026

Atentamente,


UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
Dra. Hexméralda Rojas Enriquez
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA

C. c.
Archivo
REG. N° 079



Agradecimiento

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera.

A mis hermanos William, Jessica, Janeth, Mercedes, Jean y Mayely, por ser parte importante en mi vida y apoyarme en esos momentos de necesidad.

Le agradezco el apoyo y dedicación de tiempo a nuestro asesor. Ing. Mg. Diomedes N. Ferrel Sarmiento, como también a todos los docentes de la carrera, por todo el apoyo, por su tiempo, amistad y por sus conocimientos que me transmitieron.

A la Lic. Marizol Ortiz Aiquipa por compartir su conocimiento y dedicación en cada etapa de este proceso. Tu respaldo ha sido clave para alcanzar este logro.

A mi alma mater Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac por su formación académica durante los estudios de pregrado, así mismo. Esta tesis fue seleccionada y financiada parcialmente, a través del Vicerrectorado de Investigación de la UNAMBA, mediante el concurso de subvención de proyecto tesis 2025-I.

Rosmel Adolfo Yupanqui Vivanco

A mi madre, cuyo amor incondicional, esfuerzo y sacrificio han sido la base de todo lo que soy. Su apoyo constante y sus palabras de aliento me dieron la fuerza para seguir adelante en los momentos más difíciles. Esta meta es también suya.

A mis hermanos, por ser mi compañía en cada etapa de este recorrido, por su cariño y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Su presencia ha sido un refugio y una fuente inagotable de motivación.

Felisiano Tuiro Gomez



Dedicatoria

A mis padres Adolfo y Ana, por ser el pilar fundamental en todo lo soy y lo que hago, en toda mi educación, tanto académico como en la vida por lo cual siempre estaré agradecido. Por ayudarme a construir mis metas y por su apoyo incondicional.

Al Ing. Walter Rozas Huacho, por su valioso apoyo académico y conocimientos, los cuales fueron fundamentales para la culminación de esta investigación.

Al Ing. Ascensión Auccapure Rojas, por brindarnos el espacio y los materiales en la ladrillera later, haciendo posible la realización de esta investigación.

Rosmel Adolfo Yupanqui Vivanco

Esta tesis es el reflejo de años de esfuerzo, aprendizaje y sacrificio. La dedico a mi madre, por ser mi mayor inspiración, por su amor incondicional y sacrificio, por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo y la perseverancia. Sin su apoyo y fortaleza, este logro no habría sido posible.

A mi padre, quien, aunque ya no está físicamente conmigo, sigue presente en cada uno de mis logros y en cada paso que doy.

A mis hermanos, por ser mi refugio en los momentos difíciles, Este trabajo es tanto mío como suyo, porque cada paso que di estuvo sostenido por su amor y apoyo.

Felisiano Tuiro Gomez



Análisis de las propiedades físico - mecánico y su evaluación ambiental en la composición de mezcla para la fabricación de ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas, provincia de Grau – Apurímac, 2025

Línea de investigación: Ingeniería de materiales

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
CAPÍTULO I	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 Descripción del problema	5
1.2 Enunciado del problema	8
1.2.1 Problema general	8
1.2.2 Problemas específicos	8
1.3 Justificación de la investigación	8
1.3.1 Justificación científica	8
CAPÍTULO II	11
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	11
2.1 Objetivos de la investigación	11
2.1.1 Objetivo general	11
2.1.2 Objetivos específicos	11
2.2 Hipótesis de la investigación	11
2.2.1 Hipótesis general	11
2.2.2 Hipótesis específicas	12
2.3 Operacionalización de variables	12
CAPÍTULO III	14
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	14
3.1 Antecedentes	14
3.1.1 Antecedentes internacionales	14
3.1.2 Antecedentes nacionales	15
3.1.3 Antecedentes locales	17
3.2 Marco teórico	19
3.2.1 Según su composición de mezclas	19
	1



3.2.2	Ladrillos de arcilla	28
3.2.3	Impacto ambiental	33
3.2.4	Método CONESA para el análisis de impacto ambiental	36
3.3	Marco conceptual	40
CAPÍTULO IV		42
METODOLOGÍA		42
4.1	Tipo y nivel de investigación	42
4.2	Diseño de la investigación	42
4.3	Descripción ética de la investigación	42
4.4	Población y muestra	43
4.5	Procedimiento	47
4.6	Técnica e instrumentos	47
4.7	Análisis estadístico	48
CAPÍTULO V		49
RESULTADOS Y DISCUSIONES		49
5.1	Análisis de resultados	49
5.2	Discusión	80
CAPÍTULO VI		83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		83
6.1	Conclusiones	83
6.2	Recomendaciones	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		86
ANEXOS		89



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 — Operacionalización de variables.	13
Tabla 2 — Clasificación de las partículas del suelo	22
Tabla 3 — Clase de unidad de albañilería para fines estructurales	31
Tabla 4 — Principales contaminantes generados por la producción de ladrillos	34
Tabla 5 — Escalas de valoración según metodología CONESA	37
Tabla 6 — Importancia de impactos según metodología CONESA	40
Tabla 7 — Muestra	43
Tabla 8 — Ubicación del estudio	44
Tabla 9 — Tiempo y temperaturas de cocción	49
Tabla 10 — Resultados de composición química según calicatas	50
Tabla 11 — Principales resultados de granulometría	52
Tabla 12 — Resultados de granulometría	53
Tabla 13 — Resultados del ensayo de alabeo	55
Tabla 14 — Resultados del análisis de variabilidad dimensional	57
Tabla 15 — Resultados del análisis de absorción y eflorescencia	60
Tabla 16 — Resultados de resistencias a la compresión según T° de sinterización	62
Tabla 17 — Prueba de normalidad	64
Tabla 18 — Análisis de varianzas	64
Tabla 19 — Prueba Post-Hoc de Tukey de resistencia a la compresión	65
Tabla 20 — Resultados de resistencias a la flexión en la muestra de 2 ladrillos	67
Tabla 21 — Resultados de del ensayo de compresión al impacto en la muestra	69
Tabla 22 — Consumo de combustible para una tanda de producción a 1100°C	72
Tabla 23 — Impacto ambiental para la extracción de arcilla (actividad N°1)	73
Tabla 24 — Impacto ambiental para la preparación y moldeado (actividad N°2)	74
Tabla 25 — Impacto ambiental para el secado (actividad N°3)	75
Tabla 26 — Impacto ambiental para la cocción en hornos (actividad N°4)	76
Tabla 27 — Impacto ambiental para el almacenamiento y transporte (actividad N°5)	77
Tabla 28 — Impacto ambiental para la generación de residuos sólidos (actividad N°6)	78



Tabla 29 — Resumen del impacto ambiental en todos los procesos para la fabricación	79
Tabla 30 — Matriz de consistencia	90
Tabla 31 — Instrumentos de recolección de datos	92
Tabla 32 — Ficha de datos de composición química	92
Tabla 33 — Ficha de datos de pruebas de alabeo	92
Tabla 34 — Ficha de datos de las pruebas de compresión al impacto	93
Tabla 35 — Cuadro de valoración de impacto ambiental	93



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 — Ejemplos de curvas granulométricas	20
Figura 2 — Algunos sistemas de clasificación de tamaños de partículas (< 2mm)	21
Figura 3 — Detalle de mallas de tamices utilizada en operaciones de tamizado	23
Figura 4 — Resistencia pirometría (cono Senger) 30/38	25
Figura 5 — Ubicación de las calicatas	45
Figura 6 — Geolocalización de la Calicata N° 1	45
Figura 7 — Geolocalización de la Calicata N° 2	46
Figura 8 — Geolocalización de la Calicata N° 3	46
Figura 9 — Tiempos y temperaturas de cocción	49
Figura 10 — Recopilación de muestras de tierra según calicatas	50
Figura 11 — Principales propiedades de la composición de mezclas por calicata	51
Figura 12 — Granulometría	52
Figura 13 — Granulometría de suelo	54
Figura 14 — Medición de alabeo	55
Figura 15 — Alabeo promedio por T° de cocción	56
Figura 16 — Variabilidad dimensional	58
Figura 17 — Prueba de absorción y eflorescencia	59
Figura 18 — Resultados de absorción	60
Figura 19 — Medición de la resistencia a la compresión	61
Figura 20 — Resistencia a la compresión promedio según T° de sinterización	62
Figura 21 — Variación e resistencia a la compresión según T° de cocción	65
Figura 22 — Medición de la resistencia a la flexión.	66
Figura 23 — Resistencia a la flexión	67
Figura 24 — Ensayo de compresión al impacto	68
Figura 25 — Ensayo de compresión al impacto	69
Figura 26 — Rango de temperaturas máximas (IDSESEP-SENAMHI)	70
Figura 27 — Rango de temperaturas mínimas (IDSESEP-SENAMHI)	71
Figura 28 — Ecorregiones en el área de estudio	71



Figura 29 — Fauna del área de estudio	72
Figura 30 — Ficha de validación de un especialista en geotecnia y vías terrestres (parte 1)	95
Figura 31 — Ficha de validación de un especialista en geotecnia y vías terrestres (parte 2)	96
Figura 32 — Ficha de validación de un ingeniero químico (parte 1)	97
Figura 33 — Ficha de validación de un ingeniero químico (parte 2)	98
Figura 34 — Ficha de validación de un ingeniero ambiental especialista (parte 1)	99
Figura 35 — Ficha de validación de un ingeniero ambiental especialista (parte 2)	100
Figura 36 — Ficha de Validación de un ingeniero civil especialista en materiales (parte 1)	101
Figura 37 — Ficha de Validación de un ingeniero civil especialista en materiales (parte 2)	102
Figura 38 — Zona de intervención - distrito de Micaela Bastidas	104
Figura 39 — Área de estudio de los sectores de Puyso, Huaquil y Chuyamayo	104
Figura 40 — Calicata 01, muestra 01 para el laboratorio de análisis químico	105
Figura 41 — Calicata 02, muestra 02 para el laboratorio de análisis químico	105
Figura 42 — Calicata 03, muestra 03 para el laboratorio de análisis químico	106
Figura 43 — Muestras 01, 02, 03 y 04 en el laboratorio de análisis químico	106
Figura 44 — Procesamiento de muestras en el laboratorio de análisis químico	107
Figura 45 — Muestras en la ladrillera LATER. distrito de San Jerónimo	107
Figura 46 — Cuarteado de la muestra de la composición de mezclas de arcilla	108
Figura 47 — Tamizado de la muestra de la composición de muestras de arcilla	108
Figura 48 — Ensayo de límite de plasticidad – limite Líquido – Índice de Plasticidad	109
Figura 49 — Moldes de Ladrillo King kong 18 huecos 9x24x12.5 cm	109
Figura 50 — Secado de Ladrillo King kong 18 huecos 9x24x12.5 cm	110
Figura 51 — Cocción de ladrillo de arcilla King kong 18 huecos	110
Figura 52 — Cocción de ladrillos de arcilla King kong 18 huecos	111
Figura 53 — Cocción de ladrillo de arcilla King Kong 18 huecos 9x24x12.5 cm	111
Figura 54 — Cocción de ladrillo a temperatura T=1100 °C	112
Figura 55 — Ensayos de compresión a diferentes temperaturas de ladrillo	112
Figura 56 — Ladrillo de arcilla King Kong 18 huecos 9x24x12.5 cm	113
Figura 57 — Ladrillo de arcilla King Kong 18 huecos 9x24x12.5 cm	113
Figura 58 — Ensayos a la compresión de ladrillo de arcilla King Kong 18 huecos	114
Figura 59 — Ensayo de Absorción de ladrillos de arcilla King Kong 18 huecos	114
Figura 60 — Ensayo de eflorcencia de ladrillos de arcilla King Kong 18 huecos	115
Figura 61 — Ensayo de módulo de rotura (Ensayo de flexión) de ladrillos	115
Figura 62 — Ensayo de compresión al impacto de ladrillos de arcilla King Kong	116

Figura 63 — Registro de campo de excavación de calicata C-01	117
Figura 64 — Excavación de muestra - calicata 01	118
Figura 65 — Registro de campo de excavación de calicata C-02	119
Figura 66 — Excavación de muestra - calicata 02	120
Figura 67 — Registro de campo de excavación de calicata C-03	121
Figura 68 — Excavación de muestra - calicata 03	122
Figura 69 — Informe de análisis químico – Facultad de Ciencias, UNSAAC	123
Figura 70 — Certificado de elaboración de moldes de ladrillos de arcilla	124
Figura 71 — Informe de cocción a diferentes temperaturas	125
Figura 72 — Informe de cocción a temperatura 1100°C ladrillera LATER	126
Figura 73 — Resultados de ensayos de la resistencia a compresión a T 800 °C	127
Figura 74 — Resultados de ensayos de la resistencia a compresión a T 900 °C	128
Figura 75 — Resultados de ensayos de la resistencia a compresión a T 950 °C	129
Figura 76 — Resultados de ensayos de la resistencia a compresión a T 1000 °C	130
Figura 77 — Resultados de ensayos de la resistencia a compresión a T 1100 °C	131
Figura 78 — Resultados de variación dimensional (refrentado a T 800 °)	132
Figura 79 — Resultados de variación dimensional (refrentado a T 900 °)	133
Figura 80 — Resultados de variación dimensional (refrentado a T 950 °)	134
Figura 81 — Resultados de variación dimensional (refrentado a T 1000 °)	135
Figura 82 — Resultados de variación dimensional (refrentado a T 1100 °)	136
Figura 83 — Resultados de ensayo (refrentado a T 800, 900, 950, 1000 Y 1100 °)	137
Figura 84 — Resultados de ensayo de alabeo	138
Figura 85 — Resultados de ensayo de absorción	139
Figura 86 — Resultados de ensayo de eflorescencia	140
Figura 87 — Resultados de ensayo de flexión	141
Figura 88 — Resultados de ensayo de compresión al impacto	142
Figura 89 — Resultados de granulometría (parte 1)	143
Figura 90 — Resultados de granulometría (parte 2)	144
Figura 91 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 1)	145
Figura 92 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 2)	146
Figura 93 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 3)	147
Figura 94 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 4)	148
Figura 95 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 5)	149
Figura 96 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 6)	150



Figura 97 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 7)	151
Figura 98 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 8)	152
Figura 99 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 9)	153
Figura 100 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 10)	154
Figura 101 — Informe de constancia de calibración de los equipos	155
Figura 102 — Declaratoria de originalidad de autor 1	156
Figura 103 — Declaratoria de originalidad de autor 2	157



INTRODUCCIÓN

La fabricación de ladrillos es una actividad fundamental dentro del sector de la construcción, desempeñando un papel clave en el desarrollo urbano y rural. Sin embargo, la composición de las mezclas utilizadas en su producción influye directamente en sus propiedades físico-mecánico, determinando su resistencia, durabilidad y eficiencia estructural. Asimismo, el proceso de producción puede generar impactos ambientales significativos, derivados del consumo de materias primas y energía, así como de la emisión de gases contaminantes durante la cocción.

En el distrito de Micaela Bastidas, provincia Grau, Apurímac, los ladrillos provienen de otras regiones como Cusco, Lima y Ayacucho a pesar de que se tienen los insumos de arcilla necesarios para la fabricación de ladrillos. No obstante, la variabilidad en la calidad de los materiales y la ausencia de estudios técnicos sobre las propiedades en la composición de mezcla en las propiedades finales del producto, han limitado el desarrollo de empresas de fabricación de ladrillos en la zona. Esta problemática evidencia la necesidad de analizar los factores que determinan la calidad del ladrillo y su evaluación ambiental local.

El presente estudio tuvo como objetivo analizar las propiedades en la composición de mezcla para la fabricación de ladrillos, evaluando sus propiedades físico mecánico y su evaluación ambiental asociado a la producción. Para ello, se realizó un estudio experimental en el que se caracterizó la mezcla de arcilla utilizada, se llevó a cabo ensayos de resistencia a la compresión, alabeo, absorción, eflorescencia, compresión al impacto, flexión y corte, durabilidad en los ladrillos fabricados, y se cuantificaron los efectos ambientales del proceso de producción.

La investigación no solo contribuyó al conocimiento técnico sobre la fabricación de ladrillos de calidad en la región, sino que también ofreció recomendaciones prácticas para mejorar su producción. En el ámbito social y económico, se logró la adopción de técnicas más eficientes para una mejor mezcla, reduciendo costos y mejorando la competitividad del sector. En términos ambientales, la optimización de la mezcla y procesos contribuyó a mitigar el impacto



ecológico asociado a la industria del ladrillo, promoviendo prácticas más sostenibles en la producción.

Con esta base, el presente estudio busca aportar referencias técnicas y científicas a un problema de relevancia local y regional, estableciendo un marco de referencia para futuras investigaciones en la misma línea de estudio de materiales.



RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo de analizar las propiedades físico mecánico y su evaluación ambiental en la composición de mezcla para la fabricación de ladrillos. El tipo de estudio fue aplicado, de enfoque cuantitativo de diseño experimental. El desarrollo del estudio se realizó mediante el análisis de las propiedades de arcilla para la fabricación de ladrillos a diferentes temperaturas de cocción, midiendo sus propiedades físico - mecánico, así como las propiedades en la composición de mezcla de 3 calicatas ubicadas en la localidad del distrito de Micaela Bastidas. Se observó que la calicata 1 presenta el mayor porcentaje de AL_2O_3 con 12.86% y una proporción de SiO_2 de 78.3%, en la calicata 2, se obtuvo un porcentaje de AL_2O_3 de 10.4% y SiO_2 de 80.7%. En la calicata 3, se obtuvo un porcentaje de AL_2O_3 de 10.9% y SiO_2 de 79.2%. En cuanto a las propiedades físico - mecánico del ladrillo, el resultado demostró que a partir de la cocción a $1000^{\circ}C$ incluyendo la T° de $1100^{\circ}C$ todos los ladrillos superan una resistencia a la compresión de 130 Kg/cm^2 siendo establecido ladrillos de clase IV, mientras que la resistencia a la compresión en ladrillos hechos a temperaturas menores como de $800^{\circ}C$ $900^{\circ}C$ y $950^{\circ}C$, no todos alcanzan a la resistencia mayor a 130 Kg/cm^2 considerados ladrillos de clase I, II y III. según la unidad de albañilería (NTP 399.613 – NTE 0.70). Se concluye reconociendo que la composición de mezcla de las calicatas analizadas muestra notables diferencias en cuanto a contenidos de SiO_2 y AL_2O_3 , Se observa que la mezcla de las calicatas 1,2 y 3 presenta una mejor composición de mezcla contando con un porcentaje de AL_2O_3 de 10.6% y SiO_2 de 77.5%.

Palabras clave: *Composición de mezcla, fabricación de ladrillos, evaluación ambiental, tiempo de cocción.*



ABSTRACT

The present study aims to analyze the physical-mechanical properties and their environmental evaluation in the composition of the mixture for the manufacturing of bricks. The type of study was applied, with a quantitative approach and experimental design. The development of the study was conducted by analyzing the properties of clay for brick manufacturing at different firing temperatures, measuring its physical-mechanical properties, as well as the properties of the mixture composition from 3 test pits located in the locality of the Micaela Bastidas District. It was observed that test pit 1 presents the highest percentage of AL_2O_3 with 12.86% and a proportion of SiO_2 of 78.3%; in test pit 2, a percentage of AL_2O_3 of 10.4% and SiO_2 of 80.7% was obtained. In test pit 3, a percentage of AL_2O_3 of 10.9% and SiO_2 of 79.2% was obtained. Regarding the physical-mechanical properties of the brick, the result demonstrated that from firing at $1000^{\circ}C$ including the T° of $1100^{\circ}C$, all bricks exceed a compression resistance of 130 Kg/cm^2 , establishing them as class IV bricks, while the compression resistance in bricks made at lower temperatures such as $800^{\circ}C$, $900^{\circ}C$, and $950^{\circ}C$, not all reach a resistance greater than 130 Kg/cm^2 , being considered class I, II, and III bricks, according to the masonry unit (NTP 399.613 – NTE 0.70). It is concluded by recognizing that the composition of the mixture from the analyzed test pits shows notable differences in terms of SiO_2 and AL_2O_3 contents. It is observed that the mixture from test pits 1, 2, and 3 presents a better mixture composition, accounting for a percentage of AL_2O_3 of 10.6% and SiO_2 of 77.5%.

Keywords: *Mixture composition, brick manufacturing, environmental evaluation, firing time.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Con más de 11.000 años de historia, el ladrillo es uno de los materiales de construcción más antiguos en el mundo. Es más, reemplazando los bloques de barro secados al sol, los romanos fueron los primeros en experimentar con masas de arcilla cocida en nuevas formas constructivas como arcos, bóvedas y cúpulas. Si bien las dimensiones y métodos de fabricación de este pequeño módulo han evolucionado a lo largo de los años, sus componentes y clásica forma rectangular han experimentado pocos cambios, en especial considerando su larga historia. La explicación es simple: el ladrillo, con su calidez, resistencia mecánica, versatilidad y destacadas propiedades estructurales, es un material térmico y temporal que no pasa de moda (Montjoy, 2022).

A nivel internacional, la producción de ladrillo está compuesta principalmente por países como China, India, Pakistán, Vietnam y Bangladesh. En Asia se quemaban 1.5 millones de ladrillos en hornos rudimentarios, estos hornos generaban hasta el 91 % de las emisiones. El problema de la emisión en esta industria es abordado por organismos como Climate and Clean Air Coalition (CCAC) organismos internacionales, que, dada la envergadura del problema de contaminación de esta industria, se unen para darle solución (Climate And Clean Air Coalition, 2020).

En el año 2020 en América Latina existían 45,000 productores de ladrillos, lo que implica una gran emisión de gases contaminantes, ante esta problemática, un caso específico es el de Colombia, que tuvo la presencia de la CCAC, que trabajó junto con la Corporación Ambiental Empresarial (CAEM) y el Ministerio de Medio Ambiente de Colombia para promover tecnologías más limpias y eficientes dentro del sector, con el fin de cambiar la producción artesanal y reducir las emisiones de carbono negro a nivel global, de esta manera Colombia se volvió pionera en mediciones de carbono negro en América Latina con inversiones constantes en este campo, estos esfuerzos, se redujeron las emisiones y se mejoraron e influenciaron las condiciones laborales de miles de trabajadores,



impactando tanto el medio ambiente como la calidad de vida de las comunidades, y estableciendo metas ambiciosas para el 2030 (Climate, 2020).

En el Perú, las ladrilleras de Huachipa en la región de Lima, generan alto nivel de contaminación al aire dado que los hornos son abiertos, emitiendo partículas tóxicas, principalmente material particulado, (PM 10 y PM 2.5), que duplican, triplican o incluso cuadruplican los estándares de calidad ambiental que son altamente perjudiciales para la salud, causando problemas respiratorios como asma, fibrosis pulmonar y cáncer, por la alta afección a la calidad de vida de los residentes de la zona (Paz y Oscar 2021).

En el entorno de los avances y experimentación el Perú también tuvo sus aportes, es el caso de proyectos presentados para mejorar la calidad del ladrillo, como el de Green Metallurgy Technologies S.R.L. empresa que ha desarrollado una innovadora propuesta para reutilizar los relaves mineros en la fabricación y producción de ladrillos eco tecnológicos, una alternativa ecológica y de bajo costo para la construcción. Este proyecto, cofinanciado por el Programa Innóvate Perú, recibió el segundo lugar en la categoría Innovación Aplicada al Sector del Premio Nacional a la Innovación. El planteamiento implica descontaminar relaves mineros mediante el uso de agentes neutralizantes, reduciendo metales pesados y transformándolos en agregados de construcción que cumplen con los estándares ambientales. Además, el proyecto incentiva la construcción sostenible y mejora la infraestructura vial en comunidades afectadas por la minería, generando empleo local y reduciendo la contaminación (SNMPE, 2017).

En la región de Apurímac, en la actualidad la producción de ladrillos en el distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac, presenta ciertas limitaciones y deficiencias, principalmente en el procesamiento o transformación de las materias primas que utilizan (arcilla, materiales agregados, cemento, etc.), el cual impide encaminarse a incrementar la productividad. Los problemas presentes en la producción de ladrillos son las siguientes. Uso de tecnología tradicional con baja productividad y elevado nivel de desechos, baja calidad del producto, bajos ingresos por la venta de ladrillos, limitada capacidad de inversión o financiamiento para una innovación tecnológica nueva. El mercado actual del ladrillo, como material de construcción, es utilizada para la albañilería en la construcción de edificaciones como casas, edificios centros comerciales, etc. Las tendencias actuales de estos ladrillos de construcción están



pasando de ser un simple material de construcción, a convertirse en un elemento de moda dentro de los hogares y edificaciones, ya que los revestimientos del diseño de interiores en la que es utilizada poseen muchas posibilidades estéticas como la calidez y textura y propiamente la gran resistencia que proporciona. Sus variados diseños ofrecen acabados y efectos diversos, así como su presentación y formato en diferentes dimensiones, capaces de adaptarse todos ellos a cualquier espacio o estilo determinado (Loayza, 2017).

En el distrito de Micaela Bastidas, la problemática en sus diferentes entornos, el contexto problemático que la investigación aborda, parte en general, de la consecuencia que tiene la fabricación artesanal, el cual, no cumple con los criterios ni estándares de calidad ni de seguridad lo que puede afectar la estabilidad, tiempo de vida, y otros aspectos del sector construcción. Por otro lado las limitaciones logística de la fabricación del ladrillo en el distrito de Micaela Bastidas, provincia de Grau hace que el precio del ladrillo sea ciertamente elevado por la ausencia de ladrilleras cercanas, a pesar que existen los recursos necesarios, existe una carencia de estudios técnicos y profesionales y preliminares sobre la calidad de los insumos y el producto a los que se puede arribar con estos, así mismo, tampoco se tienen alcances de impacto ambiental en una zona específica de la producción arcilla y su posterior uso para la fabricación de ladrillos, pues este proceso de cocción o quema del ladrillo libera una gran cantidad de humo y cenizas, generando contaminación atmosférica y afectando directamente la calidad del aire en las zonas cercanas, aspectos que deben ser estudiados para describir el alcance que puede tener en el contexto local, especialmente en comunidades donde la fabricación de ladrillos donde se vuelve una actividad frecuente y a gran escala.

Si esta problemática persiste sin cambios, se tendría un desuso de los materiales naturales y el potencial económico en la generación de empleos y contribución al PBI local e incluso de manera nacional. Por el lado técnico, se tendría un desconocimiento de la calidad de los materiales en la zona, además de no tener un estudio que detalle las características físicas y mecánicas del ladrillo, lo que afecta negativamente a la industria de infraestructura civil del entorno, porque no se tendría una opción de ladrillos con los estándares básico de seguridad.



1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuáles son las propiedades físico - mecánico y la evaluación ambiental para la fabricación de ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas provincia de Grau - Apurímac, 2025?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la composición química y las propiedades de la composición de mezcla de las calicatas del distrito de Micaela Bastidas, provincia Grau – Apurímac, 2025?
- ¿Cuáles son las propiedades físico - mecánico de los ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas, provincia Grau – Apurímac, 2025?
- ¿Cuál es la evaluación ambiental para los procesos de fabricación de ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas, provincia Grau – Apurímac, 2025?

1.3 Justificación de la investigación

1.3.1 Justificación científica

La justificación científica de esta investigación radica en la necesidad de generar conocimiento técnico local y científico que permita caracterizar las propiedades físico-mecánico de la nueva mezcla derivadas de las calicatas recientemente identificadas en la localidad el distrito de Micaela Bastidas. Comprendiendo en profundidad la relación intrínseca entre la composición de mezcla y el comportamiento del producto final, se busca evidenciar mediante bases científicas la viabilidad para una producción optimizada y basada en evidencia de ladrillos mediante el uso de las calicatas analizadas en la localidad del distrito de Micaela Bastidas, esto resulta relevante debido a que se planteó corroborar la calidad de la materia prima de análisis para la fabricación de ladrillos que serán de uso para la construcción de viviendas, evidenciando esta idoneidad mediante las normas técnicas correspondientes, conforme a la unidad de albañilería (NTP 399.613 – NTE 0.70).



1.3.2 Justificación social

Este estudio contribuye en el campo social, pues pone en evidencia el valor de los recursos o insumos naturales potenciales para la fabricación de ladrillos de la localidad, pues la vivienda es una necesidad añorada por los individuos, y la calidad de los materiales de construcción influye directamente en la seguridad ante un evento sísmico o similares y la durabilidad de las edificaciones.

Mediante este estudio, se buscó evidenciar el tiempo de cocción y la calicata con la mejor composición de mezcla para asegurar adecuadas propiedades de los ladrillos fabricados en la zona, contribuyendo a viviendas más seguras y confortables para la población, reduciendo el riesgo de construcciones deficientes de materiales de mala calidad, lo cual es un tema fundamental y relevante para la sociedad.

1.3.3 Justificación económica

Al tener estudios correspondientes a la optimización en la composición de la mezcla, permitirá a los productores reducir costos sin comprometer la calidad de los ladrillos. Esto puede generar un impacto positivo en la economía local, fomentando la industria ladrillera la competitividad en el mercado de materiales de construcción, como también a los consumidores local y regional a un costo menor de ladrillos de calidad. De esta forma, al fomentar el desarrollo de la industria, el presente estudio fundamenta su relevancia económica por su aporte directo en el desarrollo económico local.

1.3.4 Justificación ambiental

La producción de ladrillos conlleva un impacto ambiental debido a la extracción de materias primas y el uso de procesos que generan emisiones. Evaluar y tener básicas es relevante para posteriores trabajos o futuras inversiones en este rubro, aspecto con el que contribuye el presente estudio, pues aportará con recomendaciones a cerca de alternativas en la composición de mezcla, además de promover prácticas más sostenibles y el uso eficiente de los recursos naturales. Esto conforme a la situación ambiental actual, que resulta un tema fundamental de análisis por su relevancia mundial. Por otra parte, el presente estudio justifica sus hallazgos al usar el método CONESA para el análisis de impacto ambiental



conforme a lo propuesto por el Ministerio de Energía y Minas mediante la Resolución Ministerial N° 092-2014-MEM-DM.

1.3.5 Justificación técnica

La justificación técnica de esta investigación se fundamenta en la necesidad de generar datos precisos y normalizados sobre el comportamiento físico - mecánico de la nueva combinación de mezcla procedentes de las calicatas de la localidad del distrito. Este vacío de información técnica resulta relevante ya que impide actualmente garantizar la idoneidad de estos materiales para su uso en albañilería, representando una barrera para el inicio de la fabricación de ladrillos de manera segura y estandarizada. Por otra parte, El estudio adquiere su pertinencia técnica al implementar, de manera sistemática, un conjunto de ensayos de laboratorio basados en normas técnicas nacionales e internacionales de referencia para materiales de construcción, tales como la unidad de albañilería (NTP 399.613 – NTE 0.70). Aplicando este protocolo, se logrará caracterizar de manera objetiva y comparable el desempeño de cada formulación.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Analizar las propiedades físico - mecánico y su evaluación ambiental de la fabricación de ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas provincia de Grau-Apurímac, 2025

2.1.2 Objetivos específicos

- Analizar la composición química y las propiedades de la composición de mezcla de las calicatas del distrito de Micaela Bastidas, provincia de Grau – Apurímac, 2025
- Identificar las propiedades físico - mecánico de los ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas, provincia de Grau – Apurímac, 2025.
- Realizar su evaluación ambiental de los procesos de fabricación de ladrillos de arcilla y los impactos generados por el consumo del tipo combustible en el distrito de Micaela Bastidas, provincia de Grau – Apurímac, 2025.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

Las propiedades físico - mecánico de los ladrillos fabricados con la mezcla de arcilla de las calicatas del distrito Micaela Bastidas provincia de Grau – Apurímac, 2025, cumplen con los estándares de calidad y normativos, y su proceso de producción puede optimizarse para reducir el impacto ambiental.



2.2.2 Hipótesis específicas

- La composición química de las arcillas de las calicatas de la localidad confiere a la mezcla una plasticidad adecuada y un punto de cocción óptimo para la fabricación de ladrillos.
- Los ladrillos fabricados con la mezcla propuestas alcanzan los valores de resistencia a la compresión, alabeo y absorción de agua exigidos por la normativa técnica peruana vigente.
- La evaluación ambiental del proceso de fabricación de ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas, provincia Grau – Apurímac, 2025 permite identificar los procesos críticos de mayor impacto al entorno natural.

2.3 Operacionalización de variables

- Variable independiente:

Composición de mezclas.

- Variable dependiente:

Ladrillos de arcilla y evaluación ambiental.

Tabla 1 — Operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable (independiente): Composición de mezclas	Son propiedades de materiales de construcción que influyen directamente en las propiedades físico-mecánico del producto final, siendo necesario un control técnico riguroso en la proporción de cada componente (NEVILLE, 2012).	El análisis de composición de mezclas incluye un análisis de granulometría y composición química por calicatas verificando contenidos de elementos y la distribución de partículas	Granulometría	Distribución de tamaños de partículas. Proporción de partículas finas y gruesas.
			Composición química	(Contenido de sílice (SiO ₂). Porcentaje de óxidos de hierro (Fe ₂ O ₃). Presencia de carbonatos (CaCO ₃).
Variable (dependiente): ladrillos de arcilla	Es un elemento de mampostería, de forma prismática regular, obtenido mediante la conformación, secado y cocción a alta temperatura de una mezcla plástica de arcillas naturales. Su principal función estructural es trabajar a compresión, conformando muros y divisiones en la construcción (Romero y Hernández, 2014).	El ladrillo de arcilla se medirá conforme a sus propiedades físico - mecánico, evaluando resistencias y propiedades físicas conforme a la unidad de albañilería (NTP 399.613 – NTE 0.70).	Propiedades físicas	Características físicas químicas de la arcilla (Granulometría de la arcilla)
				Plasticidad (Límites de Atterberg)
				Densidad aparente y real
				Absorción de agua
				Porosidad
				Contracción lineal y volumétrica
			Temperatura de sinterización (800, 900, 950, 1000 y 1100 °C)	
Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión			
	Resistencia a la flexión			
	Resistencia al impacto			
	Módulo de rotura			
Variable (dependiente): Evaluación ambiental	Son efectos generados por actividades diversas que implican una variación positiva o negativa en el entorno natural, generando variaciones climatológicas que tienen implicancias en la calidad del aire y la salud (CONESA, 2011).	La evaluación ambiental se realizó conforme al método CONESA según a la resolución ministerial N° 092-2014-MEM-DM evaluando consumo y emisiones en el proceso de fabricación de ladrillos.	Consumo	Contenido de combustible (materia prima, u otros elementos)
				Cantidad de materia usada para la quema.
			Emisiones	Cantidad de CO ₂ emitido en el proceso de cocción
				Cantidad de residuos generados en la producción.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

3.1.1 Antecedentes internacionales

- a) Según Angola (2022) en la tesis de investigación titulada “Diagnóstico del impacto ambiental de la actividad ladrillera industrial en la vereda la primavera municipio de Villa Rica Cauca - Colombia” se planteó como objetivo generar un diagnóstico sobre el impacto ambiental de la actividad ladrillera industrial en dicho territorio. La metodología utilizada en el desarrollo del trabajo de grado se apropió del método observación cualitativa a través de visitas eventuales al territorio por medio de las cuales se percibió las características de la zona y la relación con el ejercicio de las ladrilleras. La técnica de estudio empleada fue de tipo descriptiva enlazada con el muestreo por conveniencia. El autor concluye que el principal factor ambiental afectado de forma elevada es el fisicoquímico. Por parte de la sociedad hay incomodidad al observar zonas de peligro y sin delimitación en las excavaciones, igualmente por la escasez de aguas subterráneas que es la fuente de subsistencia diaria y que los habitantes se conformaron a vivir con esta problemática aún más por los beneficios que aportan las empresas al generar empleo.

- b) En el trabajo de investigación de Consuegra (2022) denominado “Identificación de los impactos ambientales generados por la actividad de la producción de ladrillos artesanales en el corregimiento de Camarones, distrito especial, turístico y cultural de Riohacha Departamento de La Guajira” el trabajo de investigación de Consuegra tuvo como objetivo general identificar los impactos ambientales que genera la actividad de la producción de ladrillos de manera artesanal en el corregimiento de Camarones, distrito Turístico Riohacha departamento de La Guajira. La metodología utilizada fue de una investigación cualitativa, con un enfoque de investigación explicativa, el tipo de investigación que se implementara



en el desarrollo de este proyecto es la investigación acción participativa. Se concluye que la ladrillera es altamente contaminante tanto en suelo, aire, agua, ruido, por lo que se debe aplicar una mejor gestión para dicha ladrillera.

- c) El estudio de investigación de Muñoz et al (2020) denominado “Evaluación de las propiedades mecánicas, térmicas, minerales y físicas de ladrillos de arcilla cocida elaborados mediante la mezcla de arcilla roja caolinitica y residuos de pulpa de papel” tuvo como objetivo principal evaluar la viabilidad de sustituir la arcilla por residuos sólidos de papel (PPR) del 2,5 al 17,5% para reducir el agotamiento de los recursos y mejorar el rendimiento de los ladrillos, en la investigación de Muñoz se usó una metodología experimental para evaluar las propiedades físicas y terminas de los ladrillos, llegando a una conclusión que la adición de residuos de papel reciclado a mezclas de arcilla para elaboración de los ladrillos cerámicos que es una alternativa viable desde un punto de vista ambiental y técnico, ya que reduce la densidad y la conductividad térmica de ladrillo, promueve la reutilización de residuos industriales, la viabilidad económica es favorable, que se emplean residuos de bajo o nulo costo y no se requieren tecnologías complejas. El autor concluye con una recomendación de no superar el 10% de residuos de papel en peso para mantener un equilibrio adecuado entre propiedades terminas mecánicas de ladrillo, garantizando así su desempeño y durabilidad en condiciones reales.

3.1.2 Antecedentes nacionales

- a) Por otra parte, Marin (2022) en su trabajo de investigación titulado “Propiedades físicas y mecánicas de ladrillo artesanal con agregado natural que contiene partículas de hierro Cajamarca – Perú, 2022” el estudio tuvo como objetivo determinar cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de ladrillo artesanal con agregado natural que contiene partículas de hierro 2022, según su propósito tiene considerada estudio aplicado con diseño experimental, con un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo, donde tuvo como resultado que las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal con agregado natural que contiene partículas de hierro presentan



propiedades variadas. A partir de los porcentajes adicionales estas unidades muestran un color más rojizo luego de realizar el proceso de cocción, así mismo incrementan la cantidad de poros, por lo que sus propiedades físicas y mecánicas variaron de acuerdo al porcentaje de agregado con hierro que se agregó. De los resultados obtenidos de la muestra sometida a los ensayos en laboratorio, se evidencia que algunas propiedades no cumplieron con lo establecido en la Norma Técnica Peruana E-070 de albañearía.

- b) Para los autores Gutiérrez y Oyarce (2021), en su tesis de investigación titulada “Adición de residuos sólidos al ladrillo de arcilla artesanal para mejorar sus propiedades en función a la Norma E 070 - Cajamarca, 2019” su objetivo principal es mejorar las propiedades del ladrillo artesanal adicionando residuos sólidos, para comparar con el ladrillo de la Norma E-070. Para ello, se realizaron la fabricación artesanal de 280 ladrillos de arcilla (4 grupos iguales), grupo control y grupos donde se añadió diferentes porcentajes (3%, 5% y 7%) de residuos sólidos (cerámica molida, aserrín de pino y mortero de revestimiento); que pasado los 30 días se realizaron los ensayos de laboratorio en la Universidad Privada del Norte, como: variación dimensional, alabeo, y resistencia a la compresión. Resultando que el ladrillo de arcilla sin adición de residuos tiene una resistencia promedio a compresión de 28.84Kg/cm² y al adicionar el 3% de residuos se obtiene 35.96Kg/cm², los cuales son favorables; en cambio al adicionar el 5% y 7% disminuye significativamente. Concluyendo, que al añadir el 3% de residuos; la resistencia a la compresión aumenta en un 24.69% en comparación a la muestra patrón y al adicionar residuos sólidos al 5% y 7% esta disminuye en el 10%; dando por válida la hipótesis planteada en estos porcentajes. La metodología fue experimental ya que se manipulo los residuos al 3,5 y 7%, el autor indica que es una investigación cuantitativa por que obtuvo resultados numéricos obtenidos de análisis estadísticos, es correlacional porque lo comparo con una muestra de patrón, la investigación es aplicada por que uso un procedimiento normativo de la ingeniería y es transversal porque las actividades del proceso son en periodo determinado 2019. Como resultado el autor obtuvo que los ladrillos de arcilla elaborados con residuos sólidos en diferentes



porcentajes 3%, 5%, 7%; cumplen parcialmente con la hipótesis, de acuerdo a sus propiedades en función a la Norma E – 0.70.

- c) Según Guillen (2021), en la tesis titulada “Resistencia de ladrillo de concreto sustituyendo al cemento en 5% y 10% cenizas de cascarilla de trigo, Pataz - la Libertad - 2021” el objetivo principal de este proyecto fue determinar la resistencia de ladrillos de concreto con una resistencia de diseño $f'c = 130 \text{ kg/cm}^2$, mediante la sustitución del 5% y 10% del cemento por ceniza de cascarilla de trigo. La metodología utilizada fue de nivel cuasiexperimental de tipo aplicada y de nivel explicativa. Se concluye que mediante los resultados realizados en la universidad la ceniza de cascarilla, al ser estudiada y probada a través del ensayo del espectrómetro de Fluorescencia de Rayos x, arrojo una elevada cantidad de óxido de silicio con un 49.122% en las cenizas de cascarilla de trigo y eso que no llego a lo esperado, concluyendo que son iguales los componentes que el cemento y si se puede trabajar.

3.1.3 Antecedentes locales

- a) Castellón (2022) en la tesis de investigación titulada “Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta ladrillera con hornos de tiro invertido en la región de Ayacucho” el estudio tuvo como objetivo realizar estudios que puedan desarrollar una economía por medio de los minerales no metálicos arcillosos que presente la región de Ayacucho, a fin de generar nuevas fuentes de ingreso, dar valor agregado al mineral no metálico y mejorar la calidad del ladrillo de construcción que se produce en la fecha. La metodología que se utilizó se caracteriza por ser una investigación aplicada, el nivel de la investigación es explicativo y el diseño es no experimental-transversal. Finalmente, el autor concluye que la tecnología determinada en el estudio de ingeniería es el proceso productivo mecanizado que presenta las etapas de: dosificación de materia prima, rompe terrones, desintegrado, laminado-refinado, mezclado, moldeado, secado, cocción y almacenado; proceso con requerimientos de equipos y maquinarias que se pueden obtener nacionalmente. La cantidad de materia prima utilizado para el proceso productivo de 1 día de operación al 100% de capacidad instalada es de 76 221,1 kg de material arcilloso y



una biomasa utilizada como combustible de 7 000 kg por horno ladrillero. Así también; se determinó un tamaño de terreno de planta de 1 495,6 m².

- b) Sotelo (2021) en su tesis denominado “Estudio de verificación de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de arcilla cocida elaboradas en Andahuaylas, Apurímac 2021” la investigación tuvo como objetivo la verificación de las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de arcilla cocida de la ciudad de Andahuaylas en Apurímac, con la finalidad de comparar con el Reglamento Nacional de edificaciones E-070 de Albañilería confinada y armada. Ladrillera semiindustrial 1: Corporativo Guizado, Ladrillera semiindustrial 2: Apu Ladilla, Ladrillera semiindustrial 3: Corporativo J & T Olivares. El autor utilizó una amplia indagación aprovechada, cuya intención es emplear las teorías en la experiencia para así poder dar procedimiento a los problemas existentes, según el nivel de investigación es interpretativa o causal por los que su intención es a dar a conocer la conducta de sus variables dependiente y la variable independiente. Así mismo, el diseño de investigación muestra que no es experimental porque sus variables no son manipuladas, con un enfoque de investigación cuantitativo en donde se recolecto los datos que permita responder preguntas planteadas en el trabajo de investigación y probar sus hipótesis establecidas, en dicha investigación el autor concluye con los siguientes resultados donde menciona que en muchos casos las unidades de albañería de tipo artesanal y semiindustrial no cumplen con las Normas Técnicas establecidas así también presentan diferentes variaciones en los resultados obtenidos de sus insumos mecánicas y físicas de los ladrillo, inclusive los ladrillos elaborados de manera industrial.
- c) Cuenca (2020) en la tesis denominado “Características físico mecánicas de los ladrillos de arcilla cocida y su clasificación según la Norma E-070, Chincheros – Apurímac, 2019” la investigación tuvo como objetivo determinar las características físicas y mecánicas de los ladrillos de arcilla cocida mediante ensayos de laboratorio, con el propósito de verificar su aceptación y clasificación según la Norma Técnica Peruana E-0.70. La metodología que emplea el autor corresponde al estudio aplicado, por que busca resolver un problema practico, clasificar ladrillos según la Norma

Técnica. Es de enfoque cuantitativo, ya que se obtiene y analizan la resistencia, absorción, densidad, etc. Y es nivel descriptivo, porque se observa y describe el comportamiento físico y mecánico de los ladrillos. De diseño experimental, ya que se someten los ladrillos a pruebas específicas del laboratorio para poder medir sus propiedades bajo las condiciones controladas, El autor llega a una conclusión que las unidades de albañilería tipo King kong de 15 huecos fabricadas en el distrito Los Chankas de la provincia de Chincheros, clasifican como ladrillos King kong tipo “III” macizos, según la Norma Técnica Peruana E.070 indica que son aptos para muros portantes y resistentes al interperismo severo, también se determinó una resistencia característica a la compresión de unidades ($f'b$) de 119.80 kg/cm² lo que indica un buen desempeño estructural, cumpliendo con los requisitos mínimos establecidos por la normativa.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Según su composición de mezclas

Las propiedades de los materiales de construcción sostienen que la composición granulométrica y mineralógica de la mezcla arcillosa influye directamente en las propiedades físico-mecánicas del producto cerámico, siendo necesario un control técnico riguroso en la proporción de cada componente (Neville, 2012).

La proporción en los componentes de mezcla, granulometría, humedad, temperatura de secado, cocción y curva de calentamiento. Con la información obtenida en los análisis por hidrometría, se realizaron los diseños experimentales de dos y tres factores (muestras) considerando la cantidad de muestras viables para la formulación de la mezcla óptima (García, 2020).

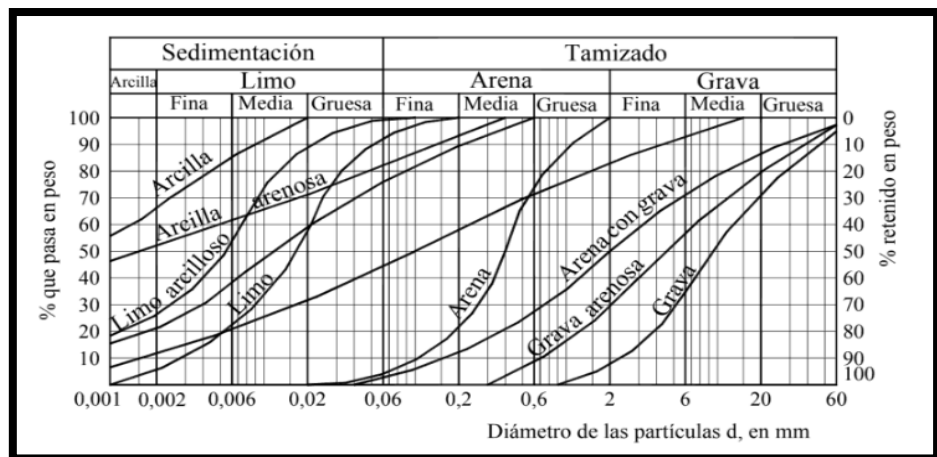
3.2.1.1 Granulometría

Según Castillo (2005), la granulometría “se denomina distribución granulométrica de un suelo a la división del mismo en diferentes fracciones, seleccionados por el tamaño de sus partículas componentes; las partículas de cada fracción se caracterizan porque su tamaño se encuentra comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo, en forma correlativa para las distintas fracciones, de tal modo que el

máximo de una fracción es el mínimo de la que la sigue correlativamente.”

Villalaz (2004) señala que la granulometría es el análisis fundamental mediante el cual se determina, en términos porcentuales, la distribución de los diferentes tamaños de partículas que conforman el suelo.

Para Delgado y Rodríguez (2016), la granulometría constituye “una técnica fundamental, ya que permite conocer la proporción de los distintos tamaños de partículas que conforman un suelo, siendo además un factor clave por su estrecha relación con sus propiedades físicas y mecánicas”.



FUENTE: Gonzales, 2001

Figura 1 — Ejemplos de curvas granulométricas

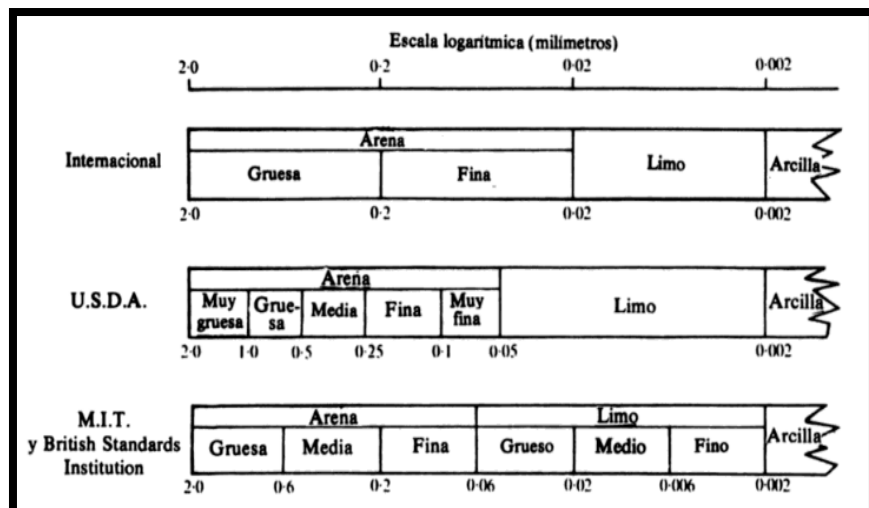
Por ende, entendemos que la granulometría es el análisis de la distribución del tamaño de las partículas que está constituido un suelo o material, por lo cual, podemos decir que este análisis es muy importante en la rama de la ingeniería civil y materiales, ya que influye en las características como la plasticidad, permeabilidad y la resistencia de las mezclas utilizadas en la fabricación de ladrillos de arcilla.

a) Distribución de tamaños de partículas

Esta materia mineral de los suelos está constituida principalmente por fragmentos de roca más o menos alterados, así como de partículas pequeñas de material dividido finamente o alterados. Estas



partículas y los fragmentos presentan una variación en cuanto a tamaños desde los cantos muy grandes, por ejemplo, pueden alcanzar a medio metro de diámetro, hasta las más finas arcillas coloidales (menor que 0.0002 mm de diámetro). Es decir que la amplia gama de tamaños ha sido fraccionada convencionalmente en grupos por los edafólogos e ingenieros. En general los edafólogos generalmente realizan una primera división en piedra y tierra fina, habiendo adaptado la mayoría un límite superior de 2 mm para la última. Este límite es arbitrario, y la fracción inferior a 2 mm se compone a menudo de granos minerales individuales (por ejemplo, el cuarzo en fracción arena y limo). saben incluir granos de roca entre las arenas (Hodgson, 1987).



FUENTE: Hodgson , 1987, pág.25

Figura 2 — Algunos sistemas de clasificación de tamaños de partículas (< 2mm)

b) Efecto de proporción de partículas finas y gruesas en la resistencia del ladrillo

La proporción de arcilla tiene gran importancia en la edificación del suelo, ya que las partículas más grandes dan plasticidad a la combinación de tierras. Sin embargo, las tierras presentan más del 30 por ciento de arcillas tienden a tener altos índices de contracción y expansión lo cual, junto con su tendencia a absorber la humedad, puede causar fisuras en el producto final. Estas tierras es estas situaciones puede que tengan que combinar con estos suelos no plástico, por ejemplo, arena, para disminuir la retracción durante el



proceso de secado. Cuando no se dispone de arena, se puede optar por triturar ladrillos poco cocidos y añadirlos a la mezcla de tierra. Las tierras se clasifican aproximadamente en cinco tipos basadas en el tamaño de las partículas, siendo la grava el tipo más grueso y el suelo orgánico el más fino. Entre estos llegamos a encontrar la arena, el limo y arcilla, tal como se muestra en el cuadro de la figura 3. Los componentes del suelo raramente se presentan por separado, ya que suelen aparecer mezclados. Por lo tanto, una muestra de tierra normalmente se clasifica de acuerdo con el porcentaje de cada tipo de material presente en ella (Sode, 1991).

Tabla 2 — Clasificación de las partículas del suelo

Material	Dimensión de las partículas	Identificación en el terreno
Grava	60-2mm	Piezas grandes de roca, que son redondas, planas o angulares
Arena	2-0,06 mm	La arena se desintegra completamente cuando se seca, las partículas son visibles a simple vista y arenosas al tacto.
Limo	0,06-0,002 mm	Las partículas no son visibles a simple vista, pero si ligeramente arenosas al tacto. Se pueden amasar terrones de tierra húmedos, pero no enrollarse en forma de filamentos. Los terrones de tierra secos se pulverizan bastante fácil.
Arcilla	Menor de 0,002 mm	Suave y untuosa al tacto, se apelmaza cuando esta seca y es pegajosa cuando está húmeda.
Material orgánico	Hasta varios centímetros	De aspecto esponjoso o filamentosos. La materia orgánica es una vegetación fibrosa y descompuesta o parcialmente descompuesta. Tiene el olor de la madera húmeda en estado de desintegración.

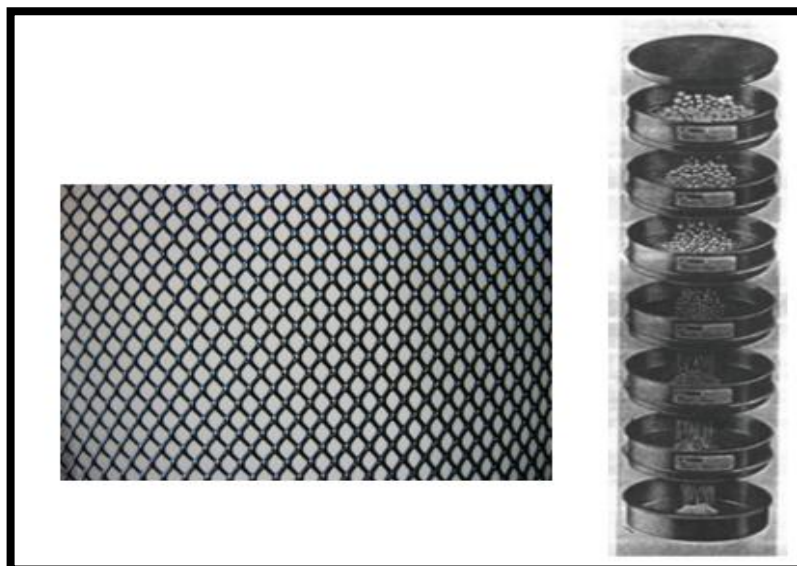
FUENTE: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1991

c) **Método de análisis granulométrico (Tamizado, sedimentación)**

Para la determinación de la composición granulométrica de los sedimentos se ha empleado el método de tamizado y sedimentación obteniéndose el porcentaje de las diversas fracciones mediante el empleo del hidrómetro.

• **Tamizado:**

Los métodos de tamizado consisten básicamente en hacer pasar la muestra a través de una serie de mallas de distintos tamaños o huecos que estarán colocados de forma decreciente. Con ello, el material que “no pasa” forma el residuo de cada tamiz. Para la realización de estos tipos de controles se utiliza tamices superpuestos, colocando más arriba los de mallas más abiertas o de mayor tamaño, y más abajo los de malla más cerradas o de menor tamaño. Esta torre de tamices esta provista de una moto vibradora que se encarga de agitar el equipo para que las partículas más pequeñas caigan a los tamices inferiores (Tejeira, 2015).



FUENTE: Tejeira, 2015

Figura 3 — Detalle de mallas de tamices utilizada en operaciones de tamizado

- **Sedimentación:**

Los métodos de sedimentación consisten en determinar la magnitud de una partícula que forma parte de un material, y que se encuentran en suspensión en un líquido. Esta magnitud se calcula en relación con la velocidad de sedimentación o caída (por acción de la gravedad) en un fluido. Este tipo de ensayos se utilizan para diámetros de partículas entre 0,05mm y 0,002mm. Para partículas menores de 0,002 mm el tiempo de sedimentación sería demasiado largo (Tejeira ,2015).

3.2.1.2 Composición química de la arcilla

El análisis químico permite determinar la composición química y, con cierta tolerancia, la estructura mineralógica de la materia prima, hacer una estimación previa de algunas de las propiedades tecnológicas de las arcillas y realizar los cálculos técnicos precisos para la elaboración de las pastas, los esmaltes o barnices (Avgustinik , 1983).

Se entiende por composición la clase y cantidad de minerales en una mezcla. La arcilla no es una sustancia única; es una fracción heterogénea constituida por aluminosilicatos cristalinos o amorfos o acompañantes incluyendo silicatos, óxidos, geles y otros (Besoain , 1985).

La composición química de las arcillas, nos da a entender la clase y cantidad de minerales presentes en la mezcla, (óxido de aluminio, silicio, hierro, calcio, potasio, magnesio y otros minerales), en diferentes porcentajes que se encuentran dentro de una composición química de arcilla. Por lo que se muestra también muy variable. Citamos como ejemplo.

- Composición promedio

Pérdida al fuego	9	-	17 %
Al ₂ O ₃	24	-	38 %
SiO ₂	38	-	65 %
Fe ₂ O ₃	0	-	11 %
CaO	0	-	15 %
MgO	0	-	7 %
Álcalis (Na ₂ O y K ₂ O)	0	-	4 %
TiO ₂	0	-	2 %

FUENTE: Morales, 2005, pág. 70

Figura 4 — Resistencia pirometría (cono Senger) 30/38

a) Arcilla

Las arcillas son mezclas de diversos minerales. En términos generales, la arcilla es el resultado de la descomposición del granito y de las rocas ígneas. Existen dos tipos principales de arcillas. Desde un punto de vista técnico, la arcilla constituye la materia prima esencial para la fabricación de ladrillos debido a su composición y comportamiento reológico. Su naturaleza es la de un sedimento detrítico de grano fino, cuyo componente principal son los filosilicatos de aluminio hidratados. Entre ellos, los más relevantes son la caolinita, la illita y la esmectita. Cada uno confiere características diferentes; por ejemplo, las arcillas illíticas son más comunes y presentan un intervalo de cocción más amplio, mientras que las caolínicas, más puras, requieren temperaturas más elevadas. Junto a estos minerales, es frecuente encontrar impurezas que modifican sustancialmente las propiedades del producto final. El cuarzo actúa como material de relleno inerte, los óxidos de hierro funcionan como potentes fundentes y colorantes, y los carbonatos, como la calcita, pueden generar porosidad al descomponerse durante la cocción. La materia orgánica, por su parte, influye en la plasticidad y en la demanda de oxígeno durante la quema (Baldiviezo, 2023).

El resultante del uso de este material para la construcción son ladrillos cocidos, estos mucho de ser un material homogéneo puesto



que su microestructura revela una composición compleja. Se observa una matriz vítrea continua, que es la principal responsable de la cohesión mecánica, asimismo, se observan granos angulares, que actúan como un refuerzo, incluyendo también poros de formas irregulares y tamaños diversos, resultado de la eliminación de gases y del empaquetamiento de partículas. La presencia, cantidad y distribución de estos poros determinan propiedades clave, como la porosidad, que está directamente relacionada con la absorción de agua, un parámetro normativo en todas las especificaciones de ladrillos. Una absorción elevada no solo implica un mayor peso, sino también una menor resistencia a las heladas, ya que el agua alojada en los poros se expande al congelarse, por lo cual esta característica es fundamental para conocer la calidad de un ladrillo (Pari, 2023).

b) Componentes químicos

En su estado natural, la arcilla se compone de minerales arcillosos variados, siendo silicatos de aluminio principalmente, así como productos de la descomposición de rocas, incluyendo sustancias como fragmentos de roca, materiales coloidales y óxidos hidratados, esta composición implica que en general, la arcilla se deriva de la degradación natural de rocas ígneas, así como en depósitos aluviales y eólico. Existen 7 principales tipos de arcilla (Pari, 2023).

- Marga
- Pizarra
- Ferruginosa
- Magra
- Roja
- Figulina
- Refractaria



Cada una tiene una formación diferente con contenidos de impurezas y tonalidades distintas, estas también influyen en el tipo de ladrillo y características propias que surgen por su uso (Pari, 2023).

En cuanto a los ladrillos, hechos de arcilla, estos también presentan algunos componentes específicos, de los cuales se diferencian tres tipos de componentes principales, entre los que se encuentran los minerales arcillosos:

- **Caolinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$):** Este confiere plasticidad moderada y produce un color claro (blanquecino) tras la cocción.
- **Illita:** Muy común en arcillas sedimentarias. Ofrece buena plasticidad y un intervalo de cocción más amplio que la caolinita. Actúa como fundente debido a su contenido en potasio.
- **Esmectitas (como la Montmorillonita):** Poseen una estructura expansiva y confieren una plasticidad muy alta, lo que puede ser problemático por la excesiva contracción durante el secado.

Por otra parte, están los componentes no plásticos que son materiales que no desarrollan plasticidad con el agua y actúan como relleno.

- **Cuarzo (SiO_2):** Actúa como material de relleno inerte, reduce la contracción de secado y cocción mejorando estabilidad dimensional.
- **Albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$):** Aunque técnicamente son fundentes, en las etapas iniciales se comportan como partículas no plásticas. Durante la cocción, se funden y generan fase vítrea, facilitando la sinterización.

Finalmente se encuentran agentes fundentes e impurezas que son óxidos y compuestos que, presentes en pequeñas proporciones,

modifican sustancialmente el comportamiento durante la cocción y las características finales.

- **Óxidos de hierro (Fe_2O_3 , FeO):** Son los fundentes y colorantes más importantes, estos producen los tonos rojizos y también disminuyen la temperatura de vitrificación.
- **Óxidos alcalinos (K_2O , Na_2O):** Actúan como potentes fundentes, bajando drásticamente la temperatura de formación de fase líquida.
- **Calcita - CaCO_3 :** Durante la cocción, se descomponen liberando CO_2 (entre 700-900°C), lo que puede generar porosidad, cuando el contenido es elevado se puede provocar un mayor agrietamiento de la pieza.

Por último, también se encuentra la materia orgánica. Aumenta la plasticidad y la trabajabilidad en verde, pero durante la cocción se quema, generando porosidad y consumiendo oxígeno (Pari, 2023).

3.2.2 Ladrillos de arcilla

3.2.2.1 Propiedades físicas del ladrillo

a) Plasticidad (Límites de Atterberg)

La densidad se define como la relación existente entre la masa de una unidad de ladrillo y el volumen que ocupa, incluyendo tanto su materia sólida como los poros internos. Esta propiedad física, a menudo expresada como densidad aparente, guarda una correlación directa con la compacidad del material y, en consecuencia, con su resistencia mecánica y su conductividad térmica (Torres, 2021).

Un valor de densidad elevado sugiere una estructura interna más compacta, con una menor proporción de espacios vacíos, lo que generalmente se traduce en una mayor capacidad para soportar cargas. Por el contrario, ladrillos con una densidad aparente reducida

suelen ser más ligeros y ofrecen un mejor aislamiento térmico, derivado de una mayor porosidad (Bautista, 2024).

b) Densidad

La densidad se define como la relación existente entre la masa de una unidad de ladrillo y el volumen que ocupa, incluyendo tanto su materia sólida como los poros internos. Esta propiedad física, a menudo expresada como densidad aparente, guarda una correlación directa con la compacidad del material y, en consecuencia, con su resistencia mecánica y su conductividad térmica (Torres, 2021).

Un valor de densidad elevado sugiere una estructura interna más compacta, con una menor proporción de espacios vacíos, lo que generalmente se traduce en una mayor capacidad para soportar cargas. Por el contrario, ladrillos con una densidad aparente reducida suelen ser más ligeros y ofrecen un mejor aislamiento térmico, derivado de una mayor porosidad (Bautista, 2024).

c) Absorción de agua

La absorción de agua es un parámetro que determina el porcentaje máximo de agua que un ladrillo puede incorporar en sus poros cuando se sumerge por un tiempo prolongado. Se calcula mediante la diferencia de masa entre el estado saturado y el estado seco del espécimen, en relación con su masa seca inicial. Este ensayo es un indicador clave de la durabilidad del material (Bautista, 2024).

Un elevado coeficiente de absorción señala una estructura porosa interconectada, lo que permite una mayor penetración de agua y sales solubles. Esta condición puede derivar en daños por ciclos de hielo-deshielo en climas fríos o en la eflorescencia de sales, comprometiendo la integridad estructural y la vida útil del ladrillo frente a agentes ambientales (Torres, 2021).



d) Porosidad

La porosidad describe el volumen total de huecos o espacios vacíos presentes en la microestructura del ladrillo, en relación con su volumen total. Estos espacios, denominados poros, pueden estar aislados o interconectados, y su origen reside en los espacios interpartícula de la arcilla y en la evaporación del agua durante el proceso de secado y cocción (Torres, 2021).

e) Contracción (lineal y volumétrica)

La contracción es la reducción dimensional que experimenta la pieza de arcilla durante las etapas de secado y cocción. Este fenómeno es consecuencia de la pérdida de agua libre en el secado y de las transformaciones físico-químicas y la sinterización que ocurren a altas temperaturas en el horno. Se distingue entre contracción lineal, que mide la reducción en una dimensión específica, y contracción volumétrica, que considera la reducción total del volumen (Torres, 2021).

Una contracción excesiva o no uniforme puede generar tensiones internas suficientes para provocar deformaciones permanentes o el agrietamiento superficial de las piezas. Por ello, el control preciso de este parámetro es esencial durante la formulación de la pasta arcillosa y la definición de los ciclos de cocción, con el fin de garantizar la dimensionalidad correcta y la integridad estructural del producto terminado (Bautista, 2024).

f) Temperatura de sinterización (800,900,950, 1000 y 1100 °C)

La sinterización es un proceso termotérmico en el cual, al elevarse la temperatura por encima de un umbral crítico, las partículas de arcilla comienzan a fundirse superficialmente y a unirse entre sí en los puntos de contacto. Este fenómeno conduce a la densificación de la microestructura y a la formación de una matriz sólida y cohesionada, responsable de la resistencia mecánica final del ladrillo (Bautista, 2024).



La temperatura a la cual se realiza la cocción determina el grado de vitrificación y, por ende, las propiedades finales del material. Temperaturas en el rango de 800 a 900 °C resultan en una sinterización incipiente, produciendo ladrillos más porosos y de menor resistencia. Al alcanzar temperaturas superiores, como 1000 y 1100 °C, la vitrificación se intensifica, obteniéndose piezas de menor porosidad, mayor densidad y una significativa mejora en su resistencia mecánica y durabilidad (Torres, 2021).

3.2.2.2 Propiedades mecánicas del ladrillo

a) Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión establece la carga máxima por unidad de área que un ladrillo puede soportar bajo fuerzas axiales de aplastamiento. Esta propiedad constituye el parámetro mecánico fundamental para la evaluación de elementos de mampostería, ya que determina directamente la capacidad portante de muros y estructuras sometidos a cargas (Vargas, 2022).

Los parámetros para medir esta propiedad se realizan conforme a la NTP 339.613 de ensayos de ladrillos para albañilería (INACAL, 2017).

Tabla 3 — Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN (f' mínimo en MPa)(Kg/cm2) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)

FUENTE: Instituto Nacional de Calidad de Perú, 2017



b) Resistencia a la flexión

Esta propiedad es crítica para evaluar el desempeño de elementos que pueden verse sometidos a asentamientos diferenciales o a empujes laterales, donde se generan tensiones de tracción. El ensayo correspondiente se realiza apoyando el ladrillo en dos puntos y aplicando la carga en uno o dos puntos centrales hasta la fractura, calculándose el esfuerzo máximo soportado en el momento de la rotura (Vargas, 2022).

Los parámetros para medir esta propiedad se realizan conforme a la NTP 339.613 de ensayos de ladrillos para albañilería (INACAL, 2017)

c) Resistencia al impacto

Un ladrillo con baja resistencia al impacto tenderá a fracturarse de forma inmediata y limpia, mientras que uno con mayor tenacidad podrá disipar parte de la energía a través de micro-fisuras antes de la falla completa. Esta propiedad, aunque no es típica en la aplicación de estructuras convencionales, adquiere relevancia respecto a la manipulación del ladrillo (Vargas, 2022).

Los parámetros para medir esta propiedad se realizan conforme a la NTP 339.613 de ensayos de ladrillos para albañilería (INACAL, 2017).

d) Módulo de rotura

Proporciona así un criterio de falla por tracción en escenarios donde los elementos de mampostería están expuestos a momentos flectores, complementando la información ofrecida por la resistencia a compresión simple (Vargas, 2022).

Los parámetros para medir esta propiedad se realizan conforme a la NTP 339.613 de ensayos de ladrillos para albañilería (INACAL, 2017)



3.2.3 Impacto ambiental

3.2.3.1 Residuos de la construcción y demolición (RDC's)

Estos representan el principal factor que se atribuye a la contaminación generada debido a la fabricación de ladrillos, ya que ejercen una presión considerable sobre el entorno natural, comprometiendo la integridad de los ecosistemas y la biodiversidad. Su manejo inadecuado llega a degradar de forma notable espacios naturales afectando recursos vitales como el agua y el aire, y a su vez se evidencia una inadecuada infraestructura de disposición final en cuanto a ladrilleras artesanales, esto genera que exista acumulación informal de residuos con graves repercusiones ambientales. Además, la incorporación de sustancias peligrosas a estos flujos agrava el problema, afectando la calidad del aire y del agua, teniendo repercusión directa en la salud pública (Quiroz, et al.,2020).

Por otro lado, la huella ambiental por la generación de ladrillos tiene repercusiones directas en generaciones próximas. La producción de estos elementos demanda importantes cantidades de recursos, en promedio, por 1m² de espacio habitable se requiere hasta 6 toneladas de materiales, lo que representa una oportunidad desaprovechada para optar por alternativas de menor impacto, como ladrillos aligerados con fibras naturales. Asimismo, el cierre del ciclo de vida de los edificios plantea un desafío mayor, ya que la demolición genera mezclas heterogéneas de escombros que dificultan enormemente la recuperación y reutilización de los materiales, perpetuando un modelo lineal de construcción sin reutilización o aprovechamiento de materiales (Quiroz, et al.,2020).

3.2.3.2 Partículas contaminantes

La producción global de ladrillos, que supera el billón anual, genera una parte importante de su impacto ambiental principalmente dentro del proceso de cocción. La magnitud de las emisiones contaminantes no es uniforme, sino que varía en función de factores operativos como la tecnología del horno, la temperatura alcanzada y, sobre todo, la naturaleza y calidad del combustible empleado (Quiroz, et al.,2020). En numerosas regiones con menor desarrollo industrial, esta actividad se caracteriza por el uso de hornos obsoletos y de combustibles no convencionales y



altamente contaminantes, como residuos plásticos, de caucho o electrónicos, lo que genera emisiones densas y perjudiciales, en el caso del distrito de estudio, se observa que el principal componente es madera de eucalipto, sin embargo, la producción es artesanal lo que implica una mayor contaminación al medio ambiente.

Esta problemática tiene manifestaciones locales concretas. En algunas zonas del país, la actividad ladrillera artesanal o informal genera un conflicto directo con las comunidades vecinas, que sufren las consecuencias de la contaminación atmosférica y exigen su erradicación, lo que perpetúa la tensión entre el desarrollo económico informal, el marco legal y la salud pública (Sotelo ,2021).

Tabla 4 — Principales contaminantes generados por la producción de ladrillos

Contaminante	Efecto	Síntoma
Material particulado	Respiratorio	Ataque de asma, apnea, irritación.
Metales	Daño al hígado, cardiopatía	Irritación de la nariz, fatiga.
Monóxido de carbono (CO)	Reducción de capacidad para transferir oxígeno	Dolor de cabeza, falta de aliento
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Respiratorios	Tos, Falta de aire
Dióxido de azufre SO ₂	Irritante, genera inflamación	Irritación ocular, de garganta.
Componentes orgánicos volátiles	Toxicidad, efectos crónicos agudos	Daño hepático, problemas pulmonares
Óxido de azufre (SO _x)	Disolución en la mucosa afectando la respiración	Opresión torácica, tos persistente
FUENTE: Quiróz et al, 2020		

Según Quiróz et al. (2020) los principales contaminantes son los presentados en la tabla, incluyendo el monóxido de carbono, contaminación por metales y por material particulado.

Todos estos contaminantes forman parte de los RDC que agrupan tantos desechos generados en las actividades de construcción incluyendo también aquellas de reparación, renovación o demolición estos se organizan en tres principales tipos.

Residuos derivados de la extracción. Estos se componen por materiales pétreos de diversa granulometría, como tierra y rocas, sin estar contaminados o mezclados con otros componentes constructivos.

Residuos propios de proyectos de construcción. Durante este proceso se genera cerca del 75% de los RDC, incluyendo incluye también una proporción significativa de otros elementos, principalmente plásticos y cartones procedentes del embalaje de los materiales empleados en obra.

Residuos de demolición. Se compone en proporciones variables según la edificación demolida, la mezcla está constituida fundamentalmente por escombros de hormigón y cerámica.

Dentro de estos tres tipos, existe un grupo específico importante por considerarse materiales altamente peligrosos que suponen una contaminación ambiental alta:

- Restos de maderas tratadas con preservantes químicos.
- Envases que contuvieron disolventes, pinturas, adhesivos, pesticidas o productos de limpieza agresivos.
- Componentes eléctricos y electrónicos específicos, como lámparas fluorescentes, transformadores o condensadores.
- Materiales diversos como el PVC, pueden liberar sustancias peligrosas bajo determinadas condiciones como al exponerse a temperaturas elevadas.



3.2.3.3 Método CONESA para el análisis de impacto ambiental

Se considera las variables climatológicas, temperatura, precipitación, etc. Asimismo, este medio físico corresponde al conjunto de elementos naturales no biológicos que conforman el entorno donde se desarrollará la investigación. Su análisis busca describir las características ambientales. En el ámbito peruano, la aplicación de herramientas matriciales para la identificación de impactos ambientales ha tenido un desarrollo significativo. Este enfoque metodológico tiene como referente inicial la Matriz de Leopold, creada en 1971, la cual establece un sistema de cruce entre las actividades de un proyecto y los factores del entorno susceptibles de ser modificados. No fue sino hasta el año 2014, mediante la Resolución Ministerial N° 092-2014-MEM-DM, que el marco normativo del Perú incorporó oficialmente el empleo de estas matrices dentro de los procedimientos de evaluación (Ministerio de Energía y Minas, 2014).

Una de las metodologías más extendidas para la valoración de impactos es la descrita en la guía oficial para la cuantificación de afección ambiental, donde la construcción de una matriz de importancia, instrumento que posibilita una valoración cuantificada de las alteraciones identificadas. Su utilización es frecuente en estudios de impacto ambiental detallados, tanto en Perú como en otras latitudes. El núcleo de esta metodología radica en la caracterización de cada impacto mediante once parámetros específicos: naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad (CONESA, 2011).

La legislación peruana, particularmente el reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), establece directrices para valorar los impactos. Estas incluyen evaluar su carácter (positivo, negativo o neutro), el grado de perturbación causado, su importancia ambiental (alta, media, baja), el riesgo de ocurrencia, la extensión geográfica, su duración temporal, su reversibilidad y las oportunidades de mejora de la biodiversidad. Los criterios desarrollados por Conesa se alinean y operacionalizan de manera notable con estos preceptos reglamentarios.



La matriz de importancia constituye, por tanto, la etapa subsiguiente a la identificación, otorgando una valoración cualitativa y semi-cuantitativa. Cada intersección en esta matriz revela el efecto estimado de una acción antrópica sobre un componente ambiental o social específico. En esta fase de valoración, se mide la manifestación cualitativa del efecto a través de un índice de incidencia, el cual refleja la severidad y forma de la alteración. Con base en esta incidencia, los impactos se clasifican en categorías que van desde compatibles hasta críticos, según la tipología del autor de referencia.

Tabla 5 — Escalas de valoración según metodología CONESA

Atributo	Escala de Valoración	Valor	Descripción / Criterio Temporal
Naturaleza (N)	Impacto beneficioso	+1	Efecto positivo sobre el entorno.
Naturaleza (N)	Impacto perjudicial	-1	Efecto negativo sobre el entorno.
Intensidad (IN)	Bajo o mínima	1	Grado de destrucción mínimo.
Intensidad (IN)	Media	2	Grado de destrucción medio.
Intensidad (IN)	Alta	4	Grado de destrucción alto.
Intensidad (IN)	Muy Alta	8	Destrucción casi total.
Intensidad (IN)	Total	12	Destrucción total del factor.
Extensión (EX)	Puntual	1	Impacto muy localizado.
Extensión (EX)	Parcial	2	Impacto en una zona limitada.
Extensión (EX)	Amplio o extenso	4	Impacto en gran parte del área.
Extensión (EX)	Crítico	(+4)	Impacto generalizado.
Momento (MO)	Largo Plazo	1	MO > 10 años.
Momento (MO)	Medio Plazo	2	1 año < MO < 10 años.
Momento (MO)	Corto Plazo	3	MO < 1 año.
Momento (MO)	Inmediato	4	MO = 0.
Persistencia (PE)	Fugaz o efímero	1	PE = 0.
Persistencia (PE)	Momentáneo	1	PE < 1 año.
Persistencia (PE)	Temporal o transitorio	2	1 año < PE < 10 años.
Persistencia (PE)	Pertinaz o persistente	3	10 años < PE < 15 años.
Persistencia (PE)	Permanente o constante	4	PE > 15 años.
Reversibilidad (RV)	Inmediato	1	RV = 0.



Atributo	Escala de Valoración	Valor	Descripción / Criterio Temporal
Reversibilidad (RV)	Corto Plazo	1	RV < 1 año.
Reversibilidad (RV)	Medio Plazo	2	1 año < RV < 10 años.
Reversibilidad (RV)	Largo Plazo	3	10 años < RV < 15 años.
Reversibilidad (RV)	Irreversible	4	RV > 15 años.
Recuperabilidad (MC)	Inmediata	1	MC = 0.
Recuperabilidad (MC)	Corto plazo	2	MC < 1 año.
Recuperabilidad (MC)	Medio plazo	3	1 año < MC < 10 años.
Recuperabilidad (MC)	Largo plazo	4	10 años < MC < 15 años.
Recuperabilidad (MC)	Mitigable, sustituible	4	Compensable mediante medidas.
Recuperabilidad (MC)	Irrecuperable	8	MC > 15 años.
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1	Acción simple.
Sinergia (SI)	Sinergismo moderado	2	Acción combinada moderada.
Sinergia (SI)	Muy sinérgico	4	Reforzamiento sustancial.
Acumulación (AC)	Simple	1	Incremento progresivo nulo.
Acumulación (AC)	Acumulativo	4	Efecto acumulativo manifiesto.
Efecto (EF)	Indirecto secundario	1	Efecto derivado.
Efecto (EF)	Directo primario	4	Efecto directo.
Periodicidad (PR)	Irregular / Esporádico	1	Manifestación aperiódica.
Periodicidad (PR)	Periódico intermitente	2	Manifestación a intervalos.
Periodicidad (PR)	Continuo	4	Manifestación permanente.

FUENTE: Conesa, 2010, pág. 235

Los once atributos considerados por la metodología para determinar la importancia de un impacto se describen a continuación (Conesa,2011).

- La naturaleza del impacto (N) define si su efecto es beneficioso o perjudicial sobre la calidad ambiental.
- La intensidad (IN) alude al grado de afectación o destrucción del factor en su ámbito específico, o al grado de mejora en caso de impactos positivos.

- La extensión (EX) se refiere al área geográfica influenciada, pudiendo ser puntual o total.
- El momento (MO) indica el plazo entre el inicio de la acción y la manifestación del efecto, clasificándose como inmediato o a largo plazo.
- La persistencia (PE) cuantifica el tiempo que perdura el efecto, pudiendo ser momentánea o permanente.
- La reversibilidad (RV) evalúa la capacidad del medio para regresar a sus condiciones iniciales de forma natural una vez cesada la acción. Relacionado con lo anterior,
- La recuperabilidad (MC) analiza la posibilidad de restaurar las condiciones previas mediante intervención humana y medidas correctoras.
- La sinergia (SI) considera el reforzamiento mutuo entre causas, generando un efecto superior a la suma de las partes.
- La acumulación (AC) denota el incremento progresivo del efecto debido a la persistencia o repetición de la acción causal.
- El efecto (EF) se clasifica en directo (primario) o indirecto (secundario), dependiendo de si es una consecuencia inmediata o derivada de otro impacto.
- La periodicidad (PR) describe el patrón temporal de manifestación del efecto, pudiendo ser continuo, esporádico o cíclico.

Cada atributo es determinado según el impacto que se plantea para la fuente de contaminación o aporte ambiental. La valoración de los atributos concluye en un indicador conforme a la siguiente fórmula:



$$I = N [3IN + 2EX + MO + PE + RV + MC + SI + AC + EF + PR]$$

El resultado se valora conforme al siguiente grupo de datos.

Tabla 6 — Importancia de impactos según metodología CONESA

Importancia del Impacto	Índice de Importancia (IM) Negativo	Índice de Importancia (IM) Positivo
Irrelevante	IM<25	IM<25
Moderado	25<IM<50	25<IM<50
Severo	50<IM<75	50<IM<75
Crítico	75<IM	75<IM

FUENTE: Conesa, 2010, pág. 255

El resultado es un indicador de impacto según cada sector sea de físico, biológico o social.

3.3 Marco conceptual

- a) **Ladrillo:** Es un elemento de mampostería, de forma prismática regular, obtenido mediante la conformación, secado y cocción a alta temperatura de una mezcla plástica de arcillas naturales. Su principal función estructural es trabajar a compresión, conformando muros y divisiones en la construcción (MVCS, 2021).
- b) **Mezcla:** En el ámbito de la química, se define una mezcla como un material compuesto por dos o más sustancias. La composición química de una mezcla indica cuáles son esas sustancias y en qué cantidad se encuentran (Sosa y Méndez, 2011).
- c) **Compuesto químico:** Es una sustancia que puede descomponerse en sustancias elementales mediante procesos químicos. Se entiende por medios químicos a una o más reacciones químicas que permiten obtener estas sustancias elementales (Raviolo, 2008).
- d) **Características físicas:** Son propiedades intrínsecas de la materia que permiten diferenciar y clasificar sustancias. Se manifiestan sin alterar la composición química



del material y sirven como parámetros para su identificación. Ejemplos fundamentales incluyen la dureza, la tenacidad, la ductilidad y la densidad (Duke, 2011).

- e) **Propiedades mecánicas:** Son aquellas propiedades de los materiales que tienen relación con su capacidad para resistir fuerzas o deformaciones (Duke, 2011).
- f) **Propiedades químicas:** Las propiedades químicas definen cómo una sustancia reacciona y se transforma en otras diferentes. Por ejemplo, la capacidad del hierro para oxidarse o la del gas hidrógeno para arder son propiedades químicas, pues en ambos casos se generan sustancias nuevas (Agnew y Agnew, 2003).
- g) **Método de mezcla:** Es un procedimiento de dosificación normalizado para hormigón (norma A.C.I. 211.1), que define las proporciones de cemento, agua y áridos para garantizar las propiedades del material tanto fresco como endurecido. Su aplicación se basa en especificaciones granulométricas y requiere conocer previamente las características de los materiales y de la obra (Romero y Hernández, 2014).
- h) **Definición de impacto ambiental:** El término "ambiental" se relaciona con la interpretación de estos cambios en función de la salud y el bienestar de las personas. La magnitud del impacto ambiental depende de factores como la naturaleza, la ubicación y la escala de las actividades desarrolladas, y se encuentra definida por tres tipos de interacción (Gómez ,2003).
- i) **Definición de arcilla:** Es un material sedimentario de grano fino, resultado de la meteorización de rocas. Su característica principal es el tamaño diminuto de sus partículas generalmente inferior a 4 micrómetros y su composición rica en minerales aluminosilicatos hidratados, que suelen contener iones como magnesio, hierro, potasio o sodio. El término puede definirse según criterios granulométricos, mineralógicos o tecnológicos (Torrecillas, 2002).

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

La investigación es de tipo aplicada, ya que se pone en aplicación las teorías que rodean la explicación de atributos físicos químico o mecanismo de los productos, además que esta tesis no solo se encontrara en el campo teórico, pues se ejecutan una serie de acciones para corroborar las teorías conocidas y de este modo tener alcances específicos en el ámbito estudiado. Este tipo de investigación se centra en resolver problemas prácticos y específicos mediante la aplicación del conocimiento (Ruiz y Valenzuela, 2022).

4.2 Diseño de la investigación

El diseño del presente estudio es experimental por evaluar las propiedades de los ladrillos según la variación de la composición de mezclas, lo que implica una modificación intencional de la unidad de estudio, por otra parte, el análisis de la evaluación ambiental correspondiente al tercer objetivo específico es de diseño no experimental debido a no implicar ninguna intervención intencional conforme al método CONESA. El diseño de investigación experimental se distingue por la modificación de atributos de la unidad de estudio, en este caso, del ladrillo, son estudio donde se intervienen directamente en las variables, en este caso en la composición de sus insumos de fabricación mientras que el diseño no experimental se caracteriza por el análisis de una variable tal como se presente en su estado natural, sin modificar intencionalmente su contexto (Hadi y otros, 2023).

4.3 Descripción ética de la investigación

La presente investigación se desarrolló siguiendo principios éticos que garantizan la transparencia y responsabilidad en el manejo de la información y los procesos experimentales. Se asegurará la veracidad y objetividad en la recolección y análisis de datos, evitando cualquier manipulación que pueda comprometer la integridad científica del estudio. Asimismo, se trabajará con fuentes confiables y se respetarán los derechos de autor en la revisión de literatura y uso de información secundaria.



Dado el impacto ambiental asociado a la fabricación de ladrillos, se adoptarán medidas para minimizar la generación de residuos y emisiones durante los ensayos experimentales. Todas las pruebas de laboratorio se realizarán bajo condiciones controladas. Además, los resultados obtenidos serán difundidos con el objetivo de contribuir al desarrollo de prácticas responsables en la producción de ladrillos, promoviendo alternativas que reduzcan su impacto ambiental sin comprometer su calidad y resistencia.

4.4 Población y muestra

La población de la presente investigación está conformada por ladrillos de arcilla, fabricados en la provincia de Grau.

Para establecer el tamaño de la muestra representativa, conforme a la población existente, se utilizará el muestreo no probabilístico, el cual se basará, en la fabricación de ladrillos necesarios para la evaluación de las propiedades de los mismos, además de muestras de arcilla.

Tabla 7 — Muestra

Prueba realizada	N° de muestra
Ensayo de alabeo	2 por T° de cocción (10 en total)
Absorción y eflorescencia	2 por T° 1000°C en total
Resistencia a la compresión	5 por T° de cocción (25 en total)
Prueba de flexión	2 por T° 1000°C en total
Ensayo de compresión al impacto	2 por T° 1000°C en total
FUENTE: Elaboración propia, basado en los criterios de la NTP 399.613	

En la tabla 7 se observa la muestra indicando el número de pruebas realizadas que evaluaron de características mecánicas del ladrillo, así como físico. En cuanto a la ubicación del estudio, esta fue en Región Apurímac, provincia de Grau, en la localidad del distrito de Micaela Bastidas.

Tabla 8 — Ubicación del estudio

1. UBICACIÓN						
Región	Apurímac					
Provincia	Grau					
Distrito	Micaela					
2.LOCALIZACIÓN						
Este	757569.83					
Norte	8438225.32					
Altitud	3,508.00					
Ubigeo	030706					
3.LÍMITES DE LA COMUNIDAD						
Sectores: Puyso, Huanquil y Chuyamayo.						
Norte	Vilcabamba					
Sur	Santa Rosa					
Este	Vilcabamba					
Oeste	Curasco					
4. CLIMA	Frio cálido					
5. TEMPERATURA						
Máxima 21 21C°	Mínima 11.8 C°					
6.EXTENSIÓN						
Superficie	10 500 hectáreas					
Área	105,00 m ²					
7.CARACTERÍSTICAS DEL LA C.		8. DISTANCIA DE LA CAPITAL REGIONAL AL COMUNIDAD				
Nombres	DESTINO	KM	HORAS	COSTO (S/)	TIPO DE VÍA	
	Abancay – Grau	144km	4.00	35.00	Asfaltado	
	Grau – Micaela Bastidas	22 km	45.00	7.00	Asfaltado	

FUENTE: Elaboración propia, basado en datos del INEI y trabajo de campo, 2025.

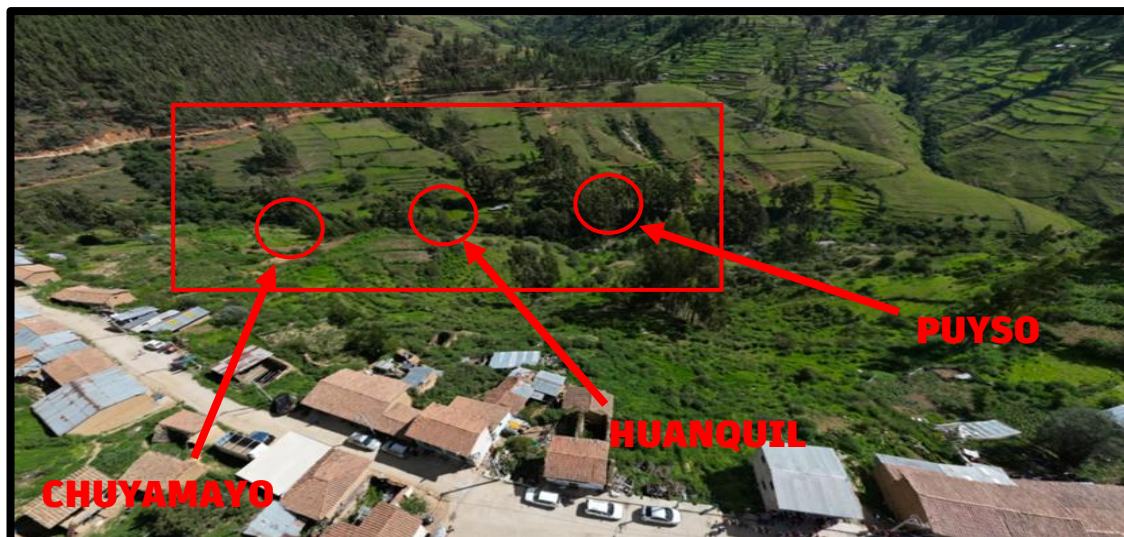


Figura 5 — Ubicación de las calicatas

La ubicación de las calicatas, conforme se puede observar en la figura 5 y tabla 8, se encuentran en el distrito de Micaela Bastidas, de la provincia Grau, Apurímac en los sectores de Chuyumayo, Huanquil y Puyso. El presente estudio sustenta el análisis del impacto ambiental por existir un potencial impacto directo en los sectores mencionados.



Figura 6 — Geolocalización de la Calicata N° 1

- Zona: 18 L
- Este: 757556.00 m E
- Norte: 8437810.00 m S
- Sector: Puyso

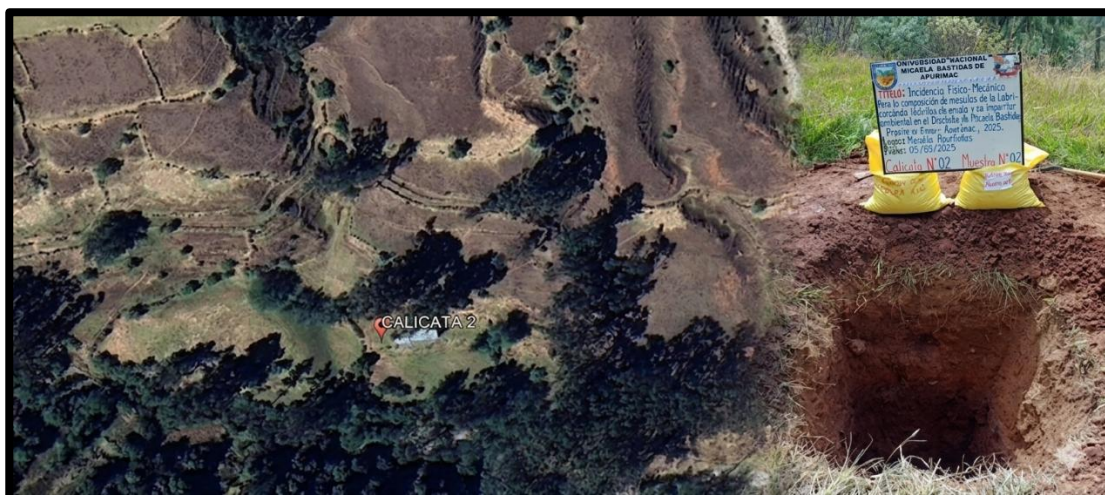


Figura 7 — Geolocalización de la Calicata N° 2

- Zona: 18 L
- Este: 757673.00 m E
- Norte: 8437909.00 m S
- Sector: Huanquil



Figura 8 — Geolocalización de la Calicata N° 3

- Zona: 18 L
- Este: 757724.00 m E
- Norte: 8437909.00 m S
- Sector: Chuyamayo

4.5 Procedimiento

Los procedimientos a seguidos fueron:

- Definición y delimitación de la muestra de arcilla
- Preparación de muestras de arcilla.
- Realización de ensayos físico químicos de la arcilla.
- Fabricación de ladrillos.
- Realización de ensayos físico- mecánicos de muestras de ladrillos
- Análisis de los resultados de laboratorio.
- Observación y documentación de la producción artesanal.
- Análisis de datos.
- Conclusiones y recomendaciones.

4.6 Técnica e instrumentos

A nivel de la metodología de investigación se pueden considerar como técnica e instrumento de investigación a los siguientes:

4.6.1 Técnica:

Observación

4.6.2 Instrumento de investigación:

Indicadores de laboratorio.

- Ensayos de laboratorios
- Ficha de observación ambiental.
- Observación directa



- Pruebas de campo
- Instrumento de medición

4.7 Análisis estadístico

Para el presente estudio, el procedimiento incluyó el recojo de muestras por cada calicata en la mezcla para el análisis de composición química y granulometría, información, asimismo, el proceso de elaboración de ladrillos para evaluar propiedades físico – mecánico mediante pruebas de resistencia conforme a la unidad de albañilería (NTP 399.613 – NTE 0.70), finalmente, se realizaron la evaluación ambiental conforme a la valoración de componentes ambientales, impactos y factores ambientales según cada actividad del proceso de fabricación de ladrillos conforme al método CONESA. Todos estos procesos se presentaron mediante tablas descriptivas considerando puntajes promedio y desviación estándar para cada indicador. Adicionalmente, se realizaron pruebas de ANOVA para identificar variaciones en las propiedades mecánicas según el uso de diferentes temperaturas de cocción.



CAPÍTULO V RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

5.1.1 Resultados respecto al objetivo específico 1

Tabla 9 — Tiempo y temperaturas de cocción

T° y tiempo de cocción de las muestras					
Temperatura	800°C	900°C	950 °C	1000°C	1100°C
Tiempo	4 horas 20 minutos	6 horas 24 minutos	7 horas 10 minutos	8 horas 30 minutos	24 horas
FUENTE: Elaboración propia, basada en datos del Laboratorio de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2023					

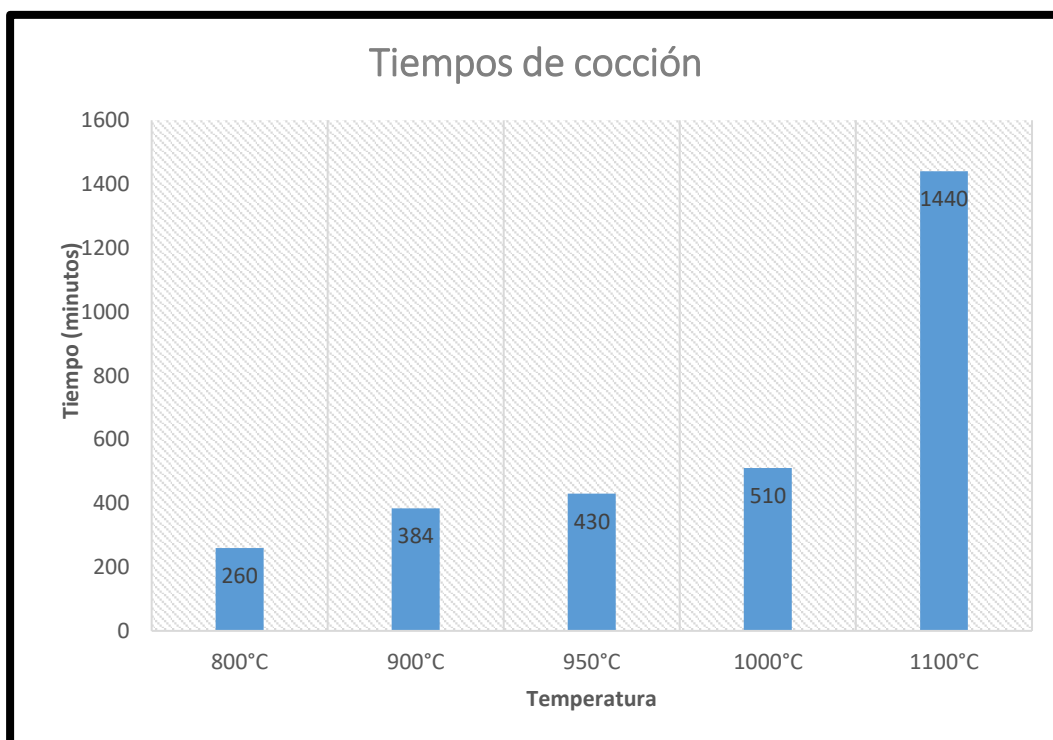


Figura 9 —Tiempos y temperaturas de cocción

En la tabla 9 y figura 9, se observa que para el proceso de análisis de propiedades físicas y mecánicas se emplearon 5 tiempos de temperaturas y de cocción, empezando por el grupo de muestras con 800°C que requirió 4 horas y 20 minutos de cocción hasta el grupo de muestras con 1100°C de cocción que requirió 16 horas



de cocción. Es decir, para la cocción a temperaturas de 1100 °C se requirió más del doble de tiempo de cocción empleado para la cocción a 1000°C.

5.1.1.1 Composición química de calicatas



Figura 10 — Recopilación de muestras de tierra según calicatas

Para el análisis de la composición química se recopilaron muestras de las tres calicatas identificadas en la zona de estudio, estas fueron evaluadas en laboratorio mediante el análisis químico.

Tabla 10 — Resultados de composición química según calicatas

Composición	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3	Calicata 1, 2 y 3
SiO ₂ %	78.3	80.7	79.2	77.5
CaO%	1.53	1.83	1.96	1.66
MgO %	1.18	0.92	0.88	1.1
Fe ₂ O ₃ %	2.06	1.97	2.1	2.4
Al ₂ O ₃ %	12.86	10.4	10.9	10.6
Materia orgánica %	1.8	2.1	1.7	2

FUENTE: Elaboración propia, basada en datos del Informe N° 139-25-LAQ-UNSAAC, 2025

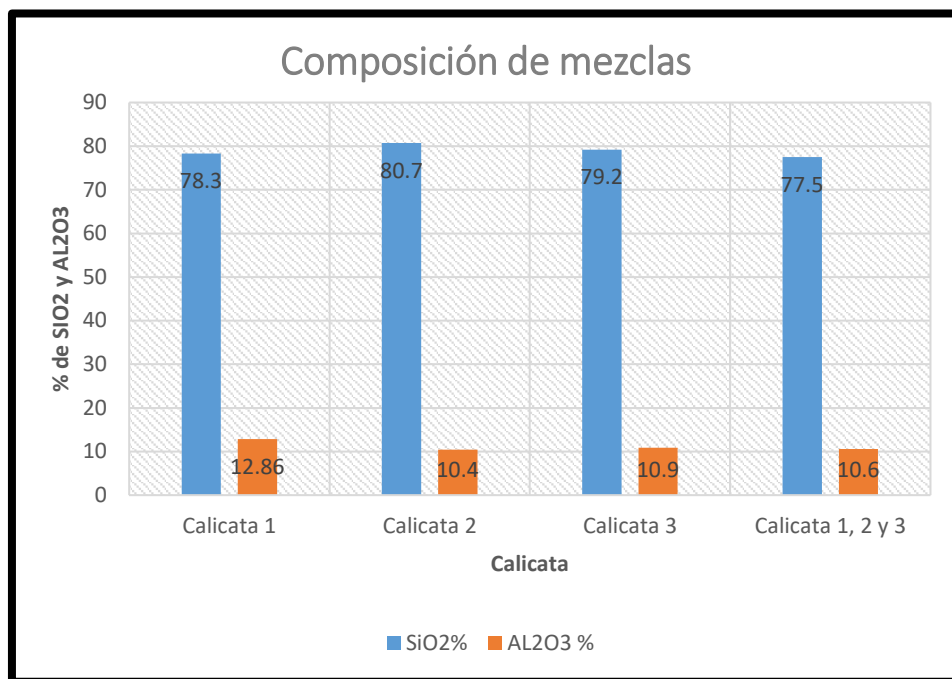


Figura 11 — Principales propiedades de la composición de mezclas por calicata

Los resultados de la tabla 10 y figura 11 demuestran la composición química de la tierra según calicatas, los valores de dióxido de silicio SiO_2 y óxido de aluminio AL_2O_3 son fundamentales para identificar las calicatas con mejores propiedades físico – químico para la fabricación de ladrillos. Se observa que la calicata 1 presenta el mayor porcentaje de AL_2O_3 % con 12.86% y una proporción de SiO_2 de 78.3%, esto quiere decir que esta calicata tiene mejores propiedades para la fabricación de ladrillos por su mayor contenido de AL_2O_3 ., Por su lado la composición de la mezcla de las calicatas 1, 2 y 3 presenta una mejor composición de mezcla contando con un porcentaje de AL_2O_3 de 10.6% y SiO_2 de 77.5%. Por otra parte, las calicatas 2 y 3 presentan menores proporciones de óxido de aluminio lo que podría afectar los resultados de propiedades mecánicas en los ladrillos; sin embargo, los resultados de las 3 calicatas presentan buenos porcentajes de propiedades químicas para la elaboración de ladrillos de arcilla.

Estos resultados se obtuvieron conforme a las pruebas del laboratorio de la UNSAAC en la unidad de prestación de análisis químico.



5.1.1.2 Granulometría



Figura 12 — Granulometría

Tabla 11 — Principales resultados de granulometría

Granulometría (ASTM D6913)		
Gravas	Arenas	Finos (Limos+Arcillas)
0%	6.3%	93.7%
Límites de consistencia (NTP 339.129)		
Límite líquido (LL)	Límite plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP=LL-LP)
47%	17%	30%
FUENTE: Elaboración propia, basada en datos de Universal Testing, 2025		

Los resultados de la tabla 11 muestran que existe un 0% de Gravitas en la muestra analizada, el 6.3% son arenas y el 93.7% son finos, el límite líquido de la muestra es de 47%, el plástico de 17% resultando un índice de plasticidad de 30%, es decir, existe una alta proporción de finos con mínimas cantidades de arenas siendo un resultado adecuado para la fabricación de ladrillos. Estos resultados se obtuvieron de las pruebas del laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST-Universal Testing.

Tabla 12 — Resultados de granulometría

Tamiz (E11)	Masas retenidas (g)	Factor de tamizado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
3 in.	0.00	0.12262	0.00	0.00	100.0
2 in.	0.00	0.12262	0.00	0.00	100.0
1 1/2 in.	0.00	0.12262	0.00	0.00	100.0
1 in.	0.00	0.12262	0.00	0.00	100.0
3/4 in.	0.00	0.12262	0.00	0.00	100.0
3/8 in.	0.00	0.12262	0.00	0.00	100.0
No. 4	0.00	0.12262	0.00	0.00	100.0
No. 10	3.25	0.12262	0.40	0.40	99.6
No. 20	12.03	0.12262	1.48	1.87	98.1
No. 40	13.24	0.12262	1.62	3.50	96.5
No. 60	8.80	0.12262	1.08	4.58	95.4
No. 100	8.16	0.12262	1.00	5.58	94.4
No. 140	4.65	0.12262	0.57	6.15	93.9
No. 200	1.56	0.12262	0.19	6.34	93.7
Fondo	763.81	0.12262	93.66	100.00	0.0

FUENTE: Elaboración propia, basada en datos de Universal Testing, 2025

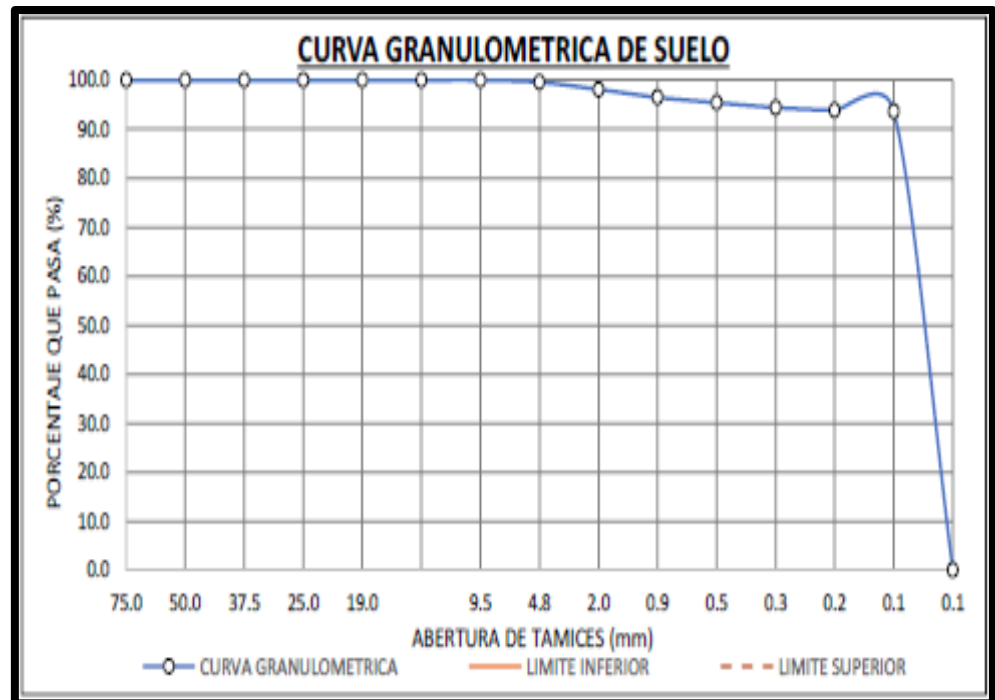


Figura 13 — Granulometría de suelo

Los resultados de la tabla 12 muestran la proporción alta de finos de 93.7% indica que la arcilla es predominantemente plástica, es decir, los resultados se muestran favorables para el moldeo y la cohesión de la pieza en verde. Sin embargo, implica un alto riesgo de contracción durante el secado y la cocción, lo que puede generar fisuras y deformaciones si no se controla el proceso. La ausencia de gravas y baja proporción de arena (6.3%) quieren decir que la mezcla es magra con cierta propensión al agrietamiento. Las pruebas se realizaron en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST-Universal Testing.



5.1.2 Resultados respecto al objetivo específico 2

5.1.2.1 Propiedad física de alabeo del ladrillo



Figura 14 — Medición de alabeo

Tabla 13 — Resultados del ensayo de alabeo

800°C				
N°	Convexo		Cóncavo	
	Superficie	Bordes	Superficie	Bordes
1	0.14	0.45	0.6	0.32
2	0.17	0.5	0.5	0.55
Promedio	0.155	0.475	0.55	0.435
900°C				
N°	Convexo		Cóncavo	
	Superficie	Bordes	Superficie	Bordes
1	0.3	0.75	1.27	2
2	0.03	0.34	0.67	0.33
Promedio	0.165	0.545	0.97	1.165
950°C				
N°	Convexo		Cóncavo	
	Superficie	Bordes	Superficie	Bordes
1	0.06	0.015	1	0.15
2	0.1	0.08	0.65	1.3
Promedio	0.08	0.0475	0.825	0.725



1000°C				
N°	Convexo		Cóncavo	
	Superficie	Bordes	Superficie	Bordes
1	0.2	0.15	0.75	1.75
2	0.15	0.75	1.15	1.28
Promedio	0.175	0.45	0.95	1.515
1100°C				
N°	Convexo		Cóncavo	
	Superficie	Bordes	Superficie	Bordes
1	0.14	0.1	0.42	1.27
2	0.06	0.13	0.5	1.3
Promedio	0.1	0.115	0.46	1.285

FUENTE: Elaboración propia, basada en datos de Universal Testing, 2025

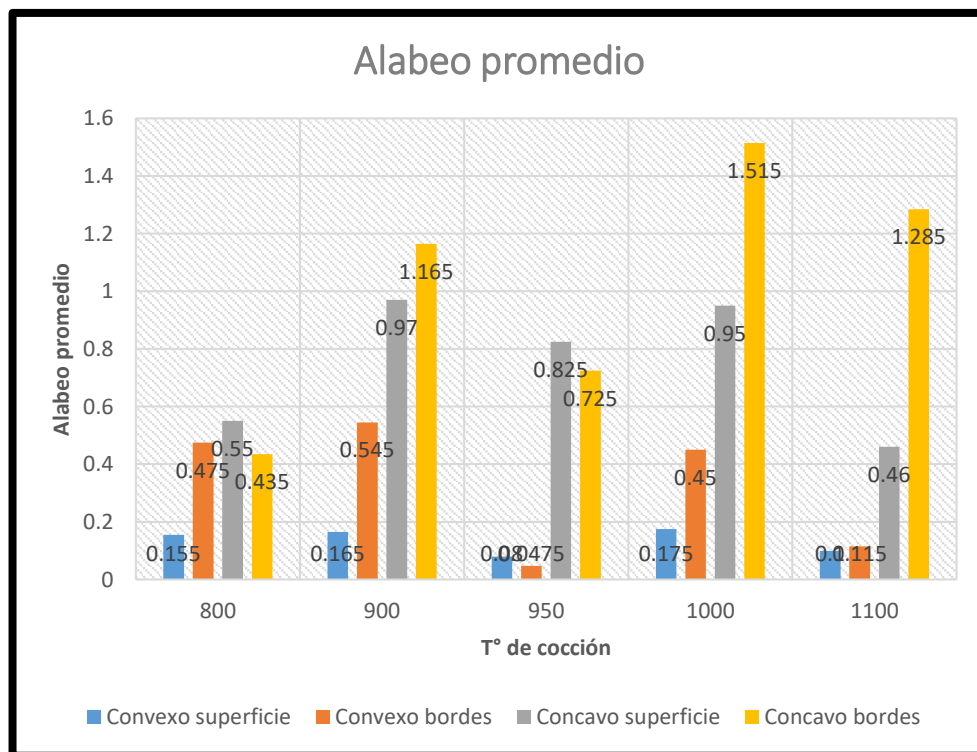


Figura 15 — Alabeo promedio por T° de cocción

Los resultados de la tabla 13 y figura 15 muestran que la deformación convexa presenta sus valores mínimos en los ladrillos cocidos a una temperatura de 950 °C, mientras que la más pronunciada se registra a 900



°C, según los promedios de 0.08 mm (superficie) y 0.0475 mm (bordes) frente a 0.165 mm y 0.545 mm, respectivamente.

En cuanto a la deformación cóncava, los resultados son más favorables (menor alabeo) en los ladrillos a temperatura de 800 °C, mientras que los más críticos se observan a 1000 °C, según los promedios de 0.55 mm (superficie) y 0.435 mm (bordes) en comparación con 0.95 mm y 1.515 mm, respectivamente. Estos resultados indican que no se observa una T° de cocción específica que sea notablemente mejor en cuanto al alabeo, sin embargo, las T° de 800°C y 900°C presentan menor deformación que las temperaturas mayores. Las pruebas se realizaron en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST-Universal Testing.

5.1.2.2 Propiedad física de variabilidad dimensional

Tabla 14 — Resultados del análisis de variabilidad dimensional

800°C			
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Medida promedio	243.3	124.9	88.9
Variabilidad dimensional (V%)	1.36%	3.91%	1.19%
900°C			
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Medida promedio	227.9	124.8	88.9
Variabilidad dimensional (V%)	5.04%	3.96%	1.28%
950°C			
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Medida promedio	228.1	124.8	88.4
Variabilidad dimensional (V%)	4.98%	4.03%	1.80%
1000°C			
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Medida promedio	227.8	124.6	88.7
Variabilidad dimensional (V%)	5.08%	4.16%	1.44%

1100°C			
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Medida promedio	227.8	124.8	88.6
Variabilidad dimensional (V%)	5.07%	4.00%	1.59%
Rangos máximos y mínimos permitidos según norma E070 NTP 399.613			
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Longitud esperada	240	125	90
Tolerancia	Mas de	Hasta	Hasta
Máximo	150 mm	150 mm	100 mm

FUENTE: Elaboración propia, basada en datos de Universal Testing, 2025

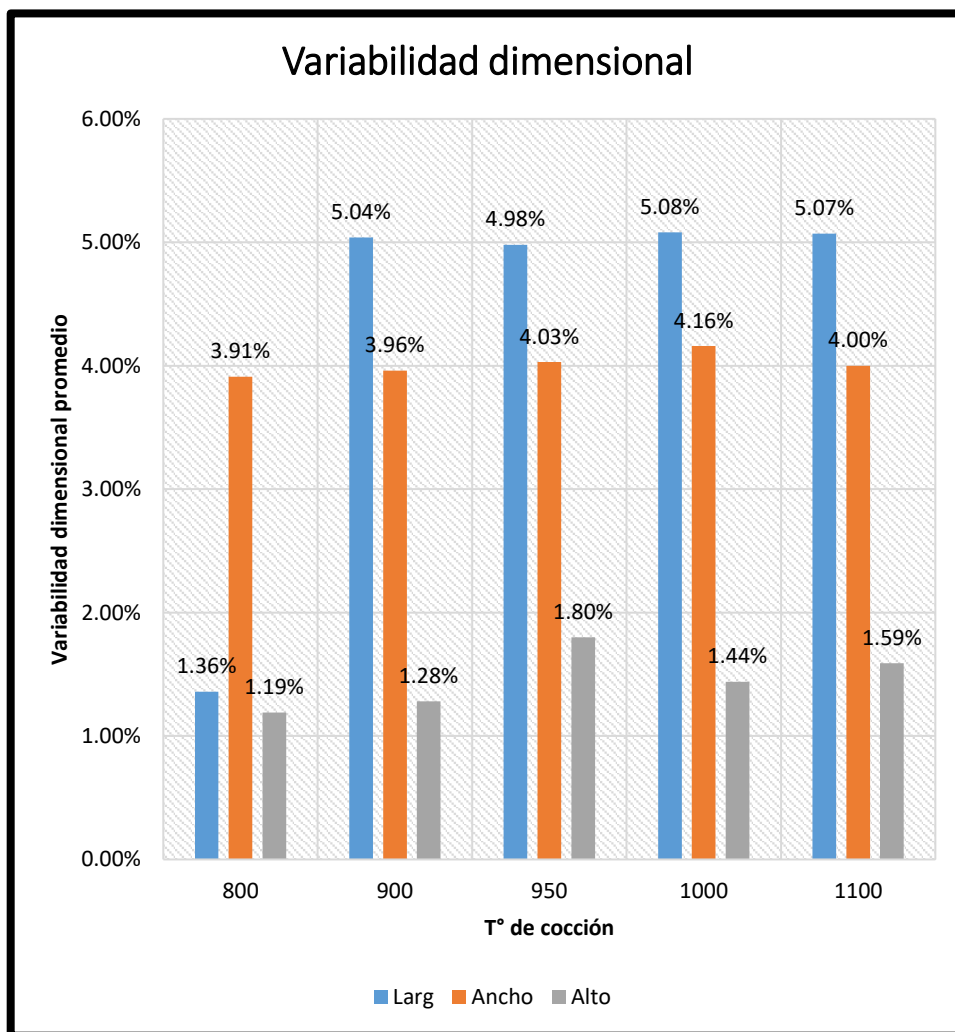


Figura 16 — Variabilidad dimensional



Los resultados de la tabla 14 y figura 16 muestran que la variabilidad dimensional es menor en el lote de ladrillos con sinterización a 800°C donde se registran menores porcentajes de variabilidad dimensional, siendo de 1.36% en el largo del ladrillo, 0.08% en el ancho y 1.19% en el alto. Se observa que, si bien el grupo de ladrillos con cocción a 1100°C tiene mayor variabilidad, aún se encuentra en el rango de tolerancia permitida según la unidad de albañilería (NTP 399.613 – NTE 0.70). Es decir, el uso de diferentes T° de cocción modifica la variabilidad dimensional sin embargo en todos los casos los ladrillos cumplen con los estándares establecidos en las normas técnicas. Las pruebas se realizaron en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales Unitest-Universal Testing.

5.1.2.3 Propiedad física de absorción y eflorescencia



Figura 17 — Prueba de absorción y eflorescencia

Tabla 15 — Resultados del análisis de absorción y eflorescencia

Muestra	Elemento	Masa seca	Masa saturada 5 hrs	Masa saturada 24 hrs	Absorción	Coef. de saturación	Eflorescencia
		g	g	g	%	%	
1	Unidad de albañilería 24x12.5x09	3373	3765	3790	12.40%	0.94%	No eflorescente
2	Unidad de albañilería 24x12.5x09	3267	3673	3703	13.30%	0.93%	No eflorescente
	Promedio	3320	3719	3746.5	0.1285	0.00935	
	Rango de absorción permitido según Norma comparativa E 070 Albañilería				<22%		
FUENTE: Elaboración propia, basada en datos de Universal Testing, 2025							

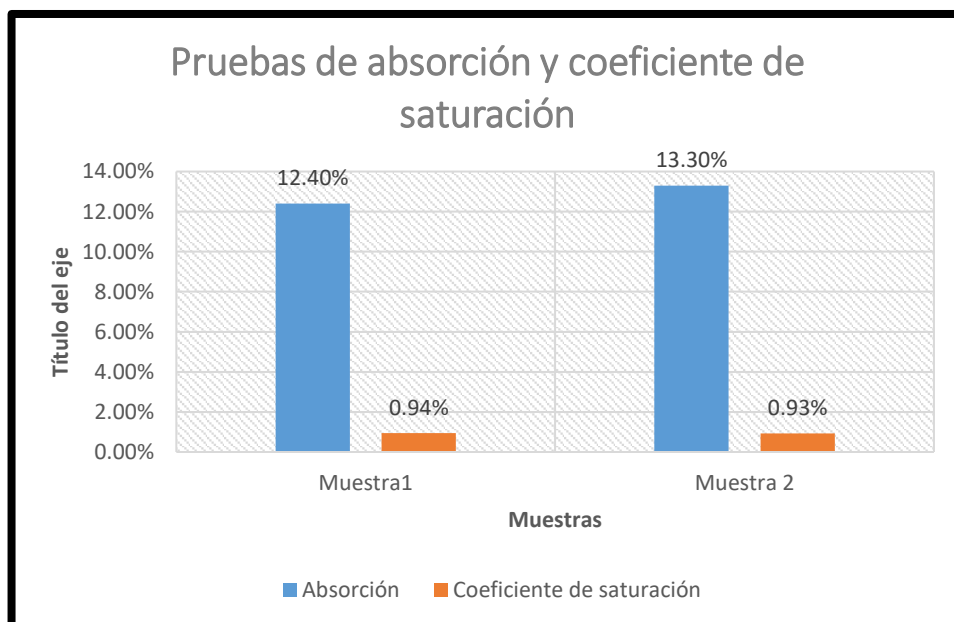


Figura 18 — Resultados de absorción

Los resultados de la tabla 15 y figura 18 de la prueba de absorción indican que el porcentaje de absorción promedio es de 12.85% encontrándose dentro de los valores estipulados según la unidad de albañilería (NTP 399.613 –



NTE 0.70), el valor de la masa seca es de 3320g en promedio llegando a pesar 3719g al ser saturada durante 5hs y 3746.5g durante 24 hrs. El ensayo de eflorescencia demuestra que no se forman depósitos blancos de sales en la superficie de los ladrillos. Las pruebas se realizaron en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST-UNIVERSAL TESTING.

5.1.2.4 Propiedad mecánica de resistencia a la compresión



Figura 19 — Medición de la resistencia a la compresión

Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión conforme a la unidad de albañilería (NTP 399.613 – NTE 0.70) de ensayos de ladrillos para albañilería diferenciando resultados según temperaturas de sinterización, los datos registrados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 16 — Resultados de resistencias a la compresión según T° de sinterización

N°	T° de sinterización				
	800°C	900°C	950°C	1000°C	1100°C
	Resistencia a compresión (Kg/cm2 en área total)	Resistencia a compresión (Kg/cm2 en área total)	Resistencia a compresión (Kg/cm2 en área total)	Resistencia a compresión (Kg/cm2 en área total)	Resistencia a compresión (Kg/cm2 en área total)
1	82.72	96.86	122.52	147.40	171.76
2	83.34	103.92	126.32	147.88	177.42
3	84.86	109.75	130.86	151.66	181.04
4	90.88	113.46	135.73	163.24	208.93
5	93.31	118.20	142.41	166.51	220.26
Promedio	87.02	108.44	131.57	155.34	191.88
D.E.	4.27	7.44	6.99	7.99	19.12

FUENTE: Elaboración propia, basada en datos de Universal Testing, 2025

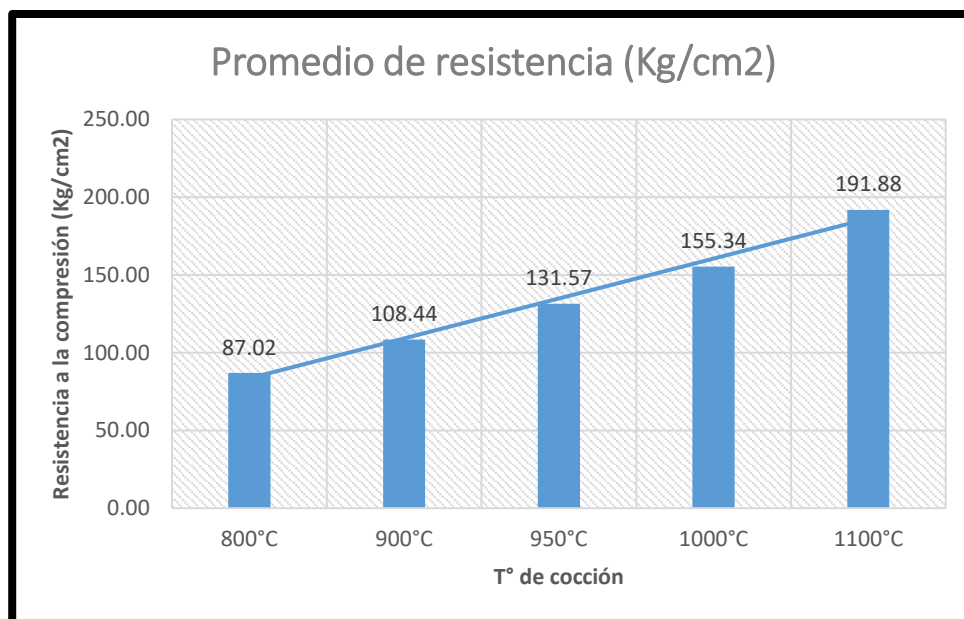


Figura 20 — Resistencia a la compresión promedio según T° de sinterización

Los resultados de la tabla 16 y figura 20 demuestran que existe una mayor resistencia a la compresión progresiva según incrementa la T° de sinterización, el grupo de ladrillos realizados a una T° de 1100°C presenta



un promedio de 191.88 Kg/cm² de resistencia a la compresión, mientras el grupo de ladrillos realizados a 800°C presenta una resistencia de 87.02 Kg/cm². En cuanto a la distribución de datos, se observa mayor variación de resistencias respecto al promedio en el grupo de ladrillos con una sinterización a 1100°C, ya que presenta una desviación estándar de 19.12, mientras que todos los demás grupos la desviación estándar es menor a 8.

Es decir, según estos resultados, se identifica a la T° de sinterización de 1100°C como la más beneficiosa para favorecer la resistencia a la compresión de los ladrillos, aun teniendo mayor desviación estándar en los datos, la menor resistencia a la compresión hallada fue de 171.76 Kg/cm² que supera a la mayor resistencia a la compresión de los otros grupos.

Por lo cual los ladrillos a la temperatura de sinterización de 950°C, 1000°C, 1100°C, el promedio supera los 130 kg/cm² establecido por la unidad de albañilería (NTP 399.613 – NTE 0.70), que serán clasificados ladrillos de clase IV y V.

Las pruebas se realizaron en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST-Universal Testing.

Para corroborar si existen diferencias significativas en las propiedades mecánicas de los ladrillos según T° de sinterización se procedió con el análisis de varianzas, para lo cual primero se corroboró el tipo de distribución de datos para proceder con pruebas paramétricas o no paramétricas.

Tabla 17 — Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad							
Temperatura		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	g l	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
800	R a la compresión	,275	5	,200*	,861	5	,231
900	R a la compresión	,163	5	,200*	,982	5	,946
950	R a la compresión	,149	5	,200*	,980	5	,937
1000	R a la compresión	,260	5	,200*	,843	5	,173
1100	R a la compresión	,294	5	,182	,869	5	,261

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla 17 se observa que todos los grupos presentan una distribución normal en cuanto a registros de resistencia a la compresión, por ende, se procede con la prueba paramétrica del análisis de varianza (ANOVA).

Tabla 18 — Análisis de varianzas

ANOVA					
R a la compresión					
	Suma de cuadrados	Gl.	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	42605,595	4	10651,399	51,556	,000
Dentro de grupos	4131,950	20	206,597		
Total	46737,545	24			

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla 18 se observan los resultados del análisis de varianzas, la resistencia a la compresión si muestra diferencias significativas entre grupos según el valor de Sig.=0<0.05, para determinar que grupos presentan diferencias se procede con la prueba Post-hoc de Tukey.

Tabla 19 — Prueba Post-Hoc de Tukey de resistencia a la compresión

Resistencia a la compresión					
HSD Tukey ^a					
Temperatura	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
800	5	87.0230			
900	5	108.4378	108.4378		
950	5		131.568 5	131.5685	
1000	5			155.3383	
1100	5				191.88
Sig.		,062	1,000	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.					
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.					
FUENTE: Elaboración propia					

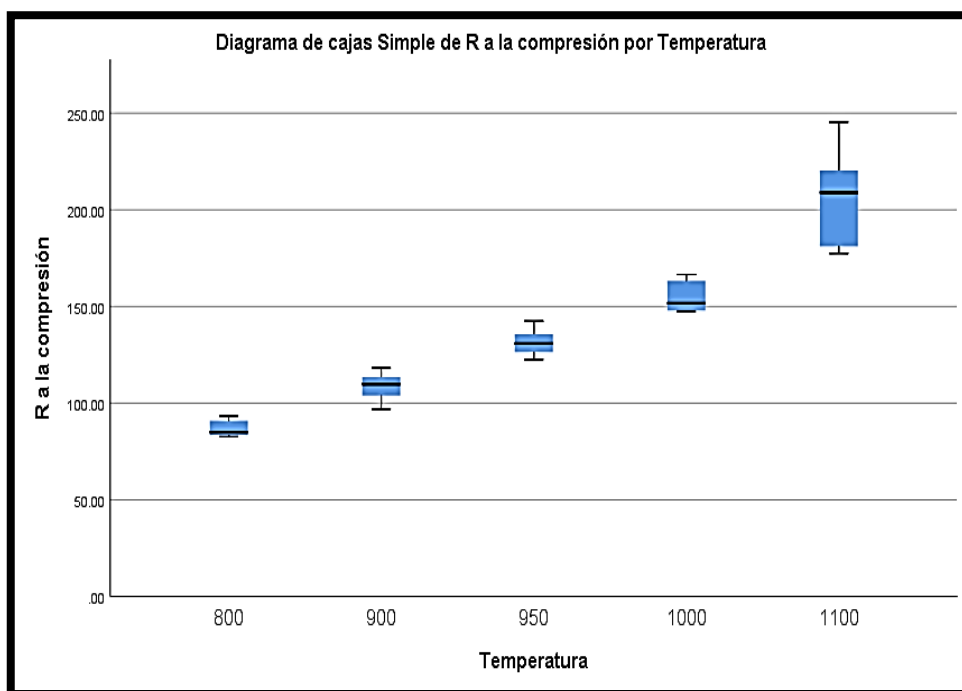


Figura 21 — Variación e resistencia a la compresión según T° de cocción

Los resultados de la tabla 19 y figura 21 demuestran los tratamientos según T° de sinterización con diferencias significativas en la resistencia a la compresión, se observa que el tratamiento con 1100°C muestra una



resistencia a la compresión promedio de 191.88 Kg/cm² que es significativamente mayor a todos los otros tratamientos, le sigue el tratamiento con 1000°C que también es superior de manera notable los tratamientos con 950°C, 900° y 800°C. Los tratamientos con 900°C y 800°C no presentan variaciones notables entre sí.

5.1.2.5 Propiedad mecánica de resistencia a la flexión



Figura 22 — Medición de la resistencia a la flexión.

Tabla 20 — Resultados de resistencias a la flexión en la muestra de 2 ladrillos

Máxima carga aplicada (N)	Distancia entre apoyos (mm)	Ancho neto (mm)	Espesor del espécimen (mm)	Distancia del centro al plano (mm)	Carga de rotura por unidad de ancho (N/mm)	Carga de rotura promedio (N/mm)
6848.6	190	72	88	18	54.79	57.72
7581.4	190	76	76	20	60.65	

FUENTE: Elaboración propia, basada en datos de Universal Testing, 2025

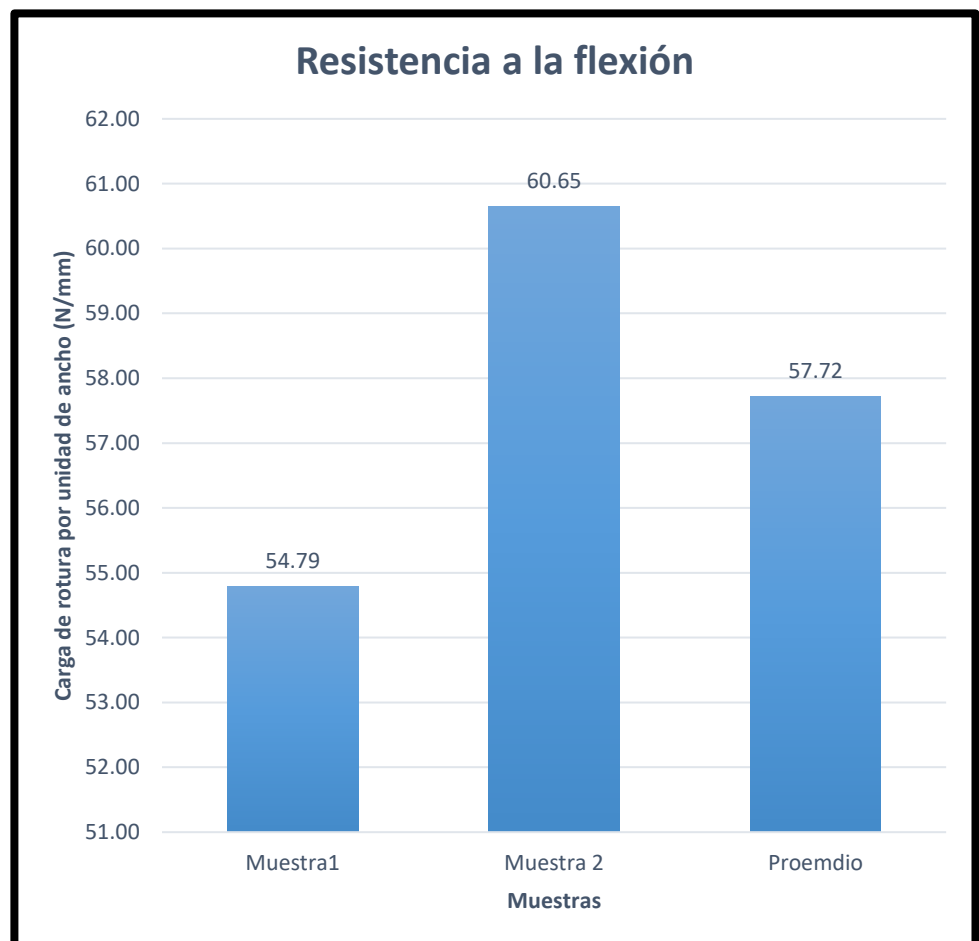


Figura 23 — Resistencia a la flexión

Los resultados de la tabla 20 y figura 23 muestran que se realizaron pruebas de resistencia a la flexión conforme a la NTP 339.613 de ensayos de ladrillos para albañilería en una muestra de 2 ladrillos de 24x12.5x90 encontrando



una resistencia de 57.79 N/mm y 60.65 N/mm. Esto quiere decir que los resultados demuestran que la resistencia promedio a la flexión es de 57.72 N/mm cumpliendo con los parámetros mínimos establecidos por la norma. Las pruebas se realizaron en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST-Universal Testing.

5.1.2.6 Ensayo de compresión al impacto



Figura 24 — Ensayo de compresión al impacto

Se realizaron pruebas compresión al impacto conforme a las NTP 339.613 de ensayos de ladrillos para albañilería en una muestra de 2 ladrillos de 24x12.5x90.

Tabla 21 — Resultados de del ensayo de compresión al impacto en la muestra de 2 ladrillos

Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Carga Máx (N)	Area (mm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia promedio (Kg/cm ²)
240.31	125.02	90.31	135210	30043.56	45.887	50.6
240.2	124.79	90.4	162497	29974.56	55.279	

FUENTE: Elaboración propia, basada en datos de Universal Testing, 2025

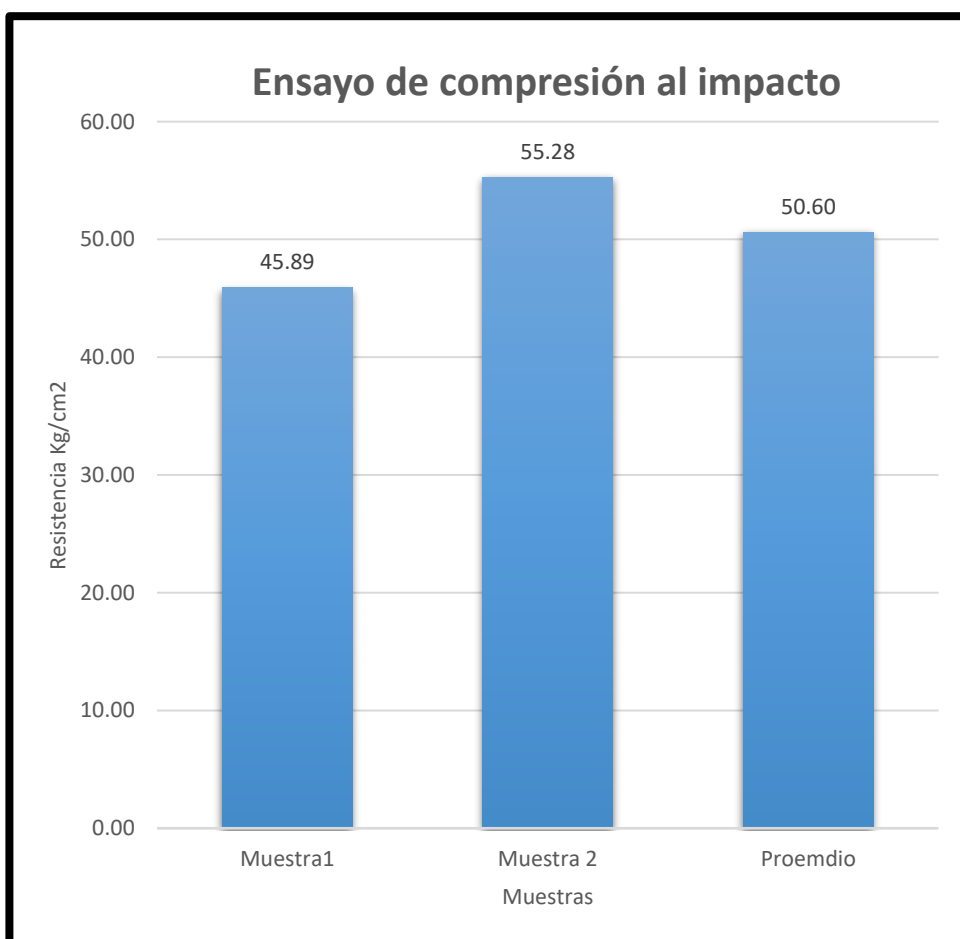


Figura 25 — Ensayo de compresión al impacto

Los resultados de la tabla 21 y figura 25 del ensayo de compresión al impacto muestran que la carga máxima registrada para la muestra 1 fue de 135,210.00N y de la muestra 2 fue de 162,497.00N, la resistencia promedio fue de 50.6 kg/cm³ esto quiere decir que los ladrillos cuentan con una resistencia al impacto adecuada conforme a lo establecido en la unidad



de albañilería (NTP 399.613 – NTE 0.70), permitiendo la maniobrabilidad segura evitando roturas por impactos leves. Las pruebas se realizaron en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST-Universal Testing.

5.1.3 Resultados respecto al objetivo específico 3

5.1.3.1 Caracterización ambiental del área de estudio

a) Temperaturas máximas y mínimas

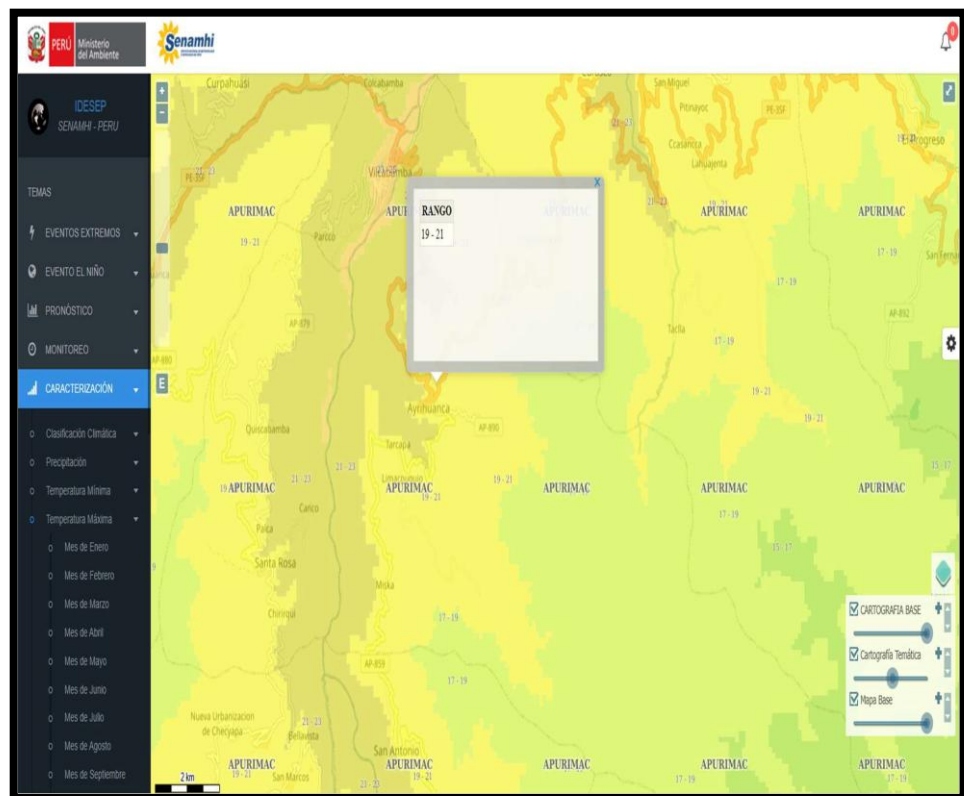


Figura 26 — Rango de temperaturas máximas (IDESEP-SENAMHI)

Las temperaturas máximas son los valores más altos de temperatura del aire registrados en un lugar durante un período determinado, generalmente en un día, mes o año. En el área de influencia indirecta del proyecto se tiene la Estación Meteorológica Tambobamba administrada por el SENAMHI. Las temperaturas máximas en el área oscilan entre 19 y 21 °C

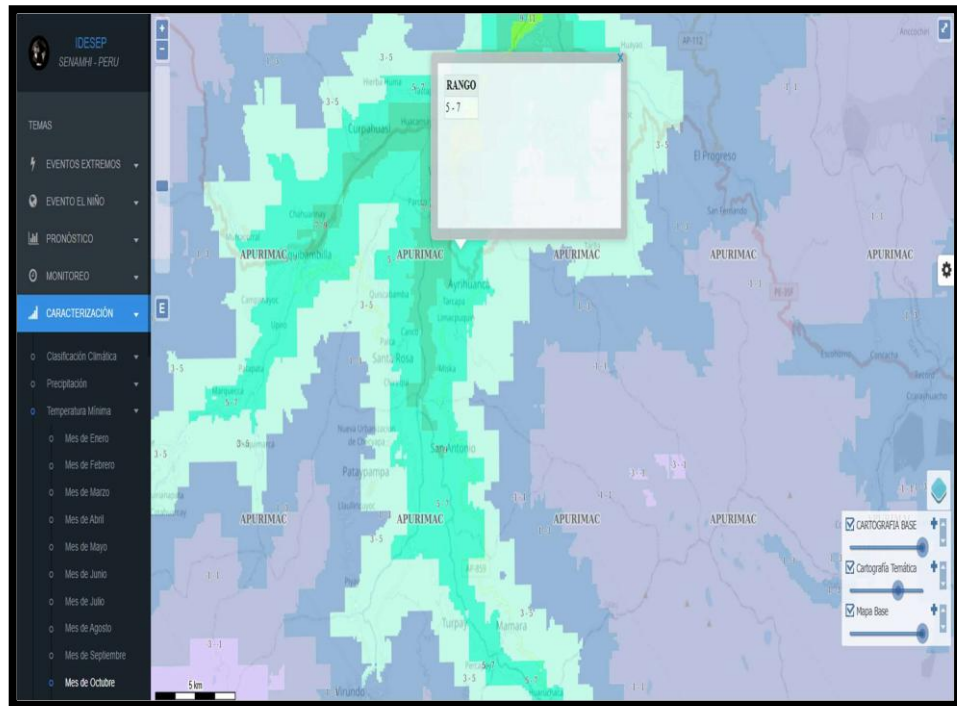


Figura 27 — Rango de temperaturas mínimas (IDESEP-SENAMHI)

Las temperaturas máximas son periodos del aire registrados con menores valores en términos de temperatura, en área de influencia indirecta del proyecto se tiene la Estación Meteorológica Tambobamba del SENAMHI que registra temperaturas mínimas en un rango de 5 a 7 °C

b) Ecorregiones

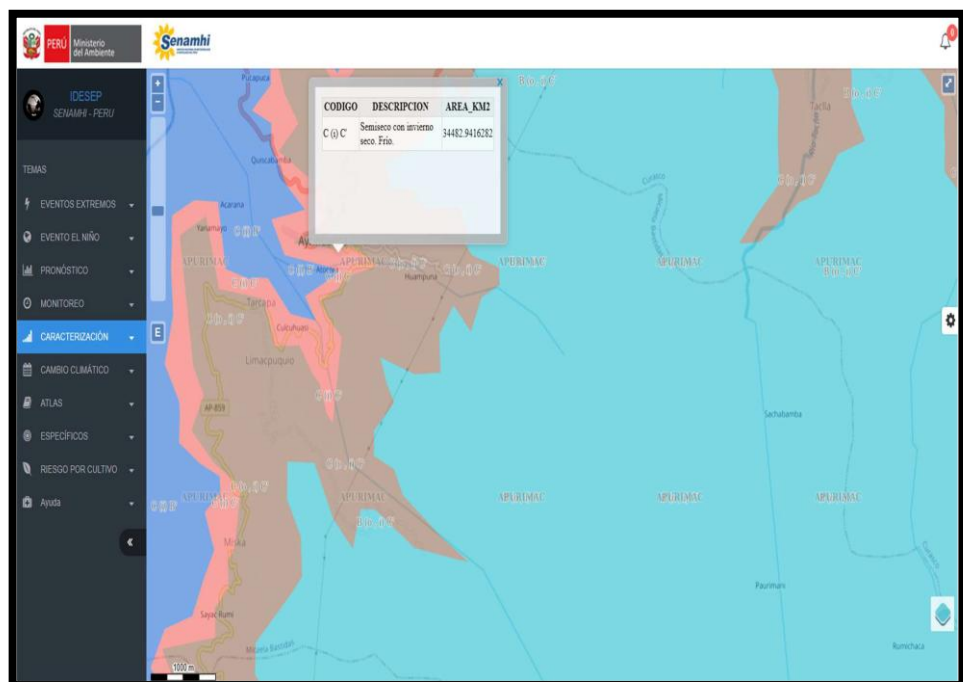


Figura 28 — Ecorregiones en el área de estudio

Las ecorregiones según Brack Egg describen zonas geográficas con condiciones ecológicas homogéneas que determinan fauna, flora, clima y procesos ecológicos específicos, representando la extraordinaria diversidad natural del Perú. La Serranía Esteparia es una ecorregión andina del Perú ubicada entre aproximadamente 1,000 y 4,000 m s.n.m., caracterizada por un clima templado a semiárido, con precipitaciones estacionales y marcada amplitud térmica diaria. Presenta un relieve montañoso con pendientes pronunciadas, suelos delgados y pedregosos

c) Fauna



Figura 29 — Fauna del área de estudio

La fauna en el distrito de Micaela Bastidas Grau, Apurímac, incluye especies de mamíferos diversas como zorros, venados, osos de anteojos zorrinos y comadrejas. La región también es conocida por su rica avifauna, con más de 157 especies de aves registradas

5.1.3.2 Impacto ambiental

Tabla 22 — Consumo de combustible para una tanda de producción a 1100°C

Capacidad de carga de ladrillos por tanda (und)	Consumo de leña de eucalipto	Tiempo de calentamiento (Hrs)	Tiempo de cocción (Hrs)	Total (Hrs)
9,500	2 canter y medio	10	14	24

FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2025

El impacto ambiental conforme al consumo de combustible para la producción de ladrillos a una temperatura de cocción de 1100 °C es de 2 canter y medio de leña de eucalipto, esto considerando un tiempo de cocción y calentamiento total de 24 hrs.

Tabla 23 — Impacto ambiental para la extracción de arcilla (Actividad N°1)

Actividad N°1															
Medio	Componente ambiental	Factores ambientales	Potencial impacto	Extracción de arcilla										Importancia	
				N	I	E	M	M	P	S	A	E	R		P
				N	I	E	M	M	P	S	A	E	R	P	
Físico	Suelo	Suelo	Relieve	-1	1	1	3	2	1	2	2	4	1	2	-22
		Uso actual	Calidad de suelo	-1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	-17
	Aire	Calidad de aire	Calidad de aire	-1	1	2	2	1	2	1	4	4	1	2	-24
		Nivel de ruido	Confort sonoro	-1	2	1	1	1	1	1	4	1	1	1	-19
	Agua	Calidad de agua	Calidad de agua superficial												
Biológico	Flora	Cobertura vegetal	Afectación a la cobertura vegetal	-1	2	1	4	1	1	1	1	1	2	2	-21
	Fauna	Fauna Silvestre	Ahuyentado de la fauna silvestre												
Social	Aspecto Social	Salud y Morbilidad	Alteración a la salud												
		Empleo y Actividades económicas	Incremento de empleos	1	2	1	4	1	2	1	1	1	1	1	20
		Bienes y servicios	Incremento de adquisición de bienes y servicios	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	16

FUENTE: Elaboración propia, basada en la metodología de Conesa, 2025

El resultado comprueba que 5 de los cuatro factores tienen un impacto negativo irrelevante según el índice de impacto negativo entre 0 y 25, mientras que los otros 2 factores tienen un impacto positivo irrelevante.



Tabla 24 — Impacto ambiental para la preparación y moldeado (Actividad N°2)

Actividad N°2															
Medio	Componente ambiental	Factores ambientales	Potencial impacto	Extracción de arcilla											Importancia
				N	I	E	M	M	P	S	A	E	R	P	
					N	X	O	C	E	I	C	F	V	R	
Físico	Suelo	Suelo	Relieve												
		Uso actual	Calidad de suelo												
	Aire	Calidad de aire	Calidad de aire	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	4	-20
		Nivel de ruido	Confort sonoro	-1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	4	-22
	Agua	Calidad de agua	Calidad de agua superficial	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	2	4	-21
Biológico	Flora	Cobertura vegetal	Afectación a la cobertura vegetal												
	Fauna	Fauna Silvestre	Ahuyentado de la fauna silvestre												
Social	Aspectos Sociales	Salud y Morbilidad	Alteración a la salud	-1	2	2	2	1	1	2	4	1	1	1	-23
		Empleo y Actividades económicas	Incremento de empleos	1	1	1	4	1	2	1	1	1	1	2	18
		Bienes y servicios	Incremento de adquisición de bienes y servicios												

FUENTE: Elaboración propia, basada en la metodología de Conesa, 2025

El resultado comprueba que 4 de los cuatro factores tienen un impacto negativo irrelevante según el índice de impacto negativo entre 0 y 25, mientras que un factor tiene un impacto positivo irrelevante.



Tabla 25 — Impacto ambiental para el secado (Actividad N°3)

Actividad N°3															
Medio	Componente ambiental	Factores ambientales	Potencial impacto	Extracción de arcilla											
				N	I N	E X	M O	M C	P E	S I	A C	E F	R V	P R	Importancia
Físico	Suelo	Suelo	Relieve												
		Uso actual	Calidad de suelo												
	Aire	Calidad de aire	Calidad de aire	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16
		Nivel de ruido	Confort sonoro												
Agua	Calidad de agua	Calidad de agua superficial													
Biológico	Flora	Cobertura vegetal	Afectación a la cobertura vegetal												
	Fauna	Fauna Silvestre	Ahuyentado de la fauna silvestre												
Social	Aspecto Social	Salud y Morbilidad	Alteración a la salud	-1	1	1	2	1	1	1	4	1	1	1	-17
		Empleo y Actividades económicas	Incremento de empleos	1	1	1	4	1	2	1	1	1	1	2	18
		Bienes y servicios	Incremento de adquisición de bienes y servicios												

FUENTE: Elaboración propia, basada en la metodología de Conesa, 2025

El resultado comprueba que 2 de los 3 factores tienen un impacto negativo irrelevante según el índice de impacto negativo entre 0 y 25, mientras que un factor tiene un impacto positivo irrelevante.



Tabla 26 — Impacto ambiental para la cocción en hornos (Actividad N°4)

Actividad N°4															
Medio	Componente ambiental	Factores ambientales	Potencial impacto	Extracción de arcilla											
				N	I	E	M	M	P	S	A	E	R	P	Importancia
				N	N	X	O	C	E	I	C	F	V	R	
Físico	Suelo	Suelo	Relieve												
		Uso actual	Calidad de suelo												
	Aire	Calidad de aire	Calidad de aire	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	4	-20
		Nivel de ruido	Confort sonoro	-1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	4	-22
Agua	Calidad de agua	Calidad de agua superficial													
Biológico	Flora	Cobertura vegetal	Afectación a la cobertura vegetal												
	Fauna	Fauna Silvestre	Ahuyentado de la fauna silvestre												
Social	Aspectos Sociales	Salud y Morbilidad	Alteración a la salud	-1	2	2	3	1	1	2	4	1	1	1	-24
		Empleo y Actividades económicas	Incremento de empleos	1	1	1	4	1	2	1	1	1	1	2	18
		Bienes y servicios	Incremento de adquisición de bienes y servicios	1	1	1	4	1	2	1	1	1	1	1	17

FUENTE: Elaboración propia, basada en la metodología de Conesa, 2025

El resultado comprueba que 3 de los 5 factores tienen un impacto negativo irrelevante según el índice de impacto negativo entre 0 y 25, mientras que 2 factores tienen un impacto positivo irrelevante.

Tabla 27 — Impacto ambiental para el almacenamiento y transporte (Actividad N°5)

Actividad N°5															
Medio	Componente Ambiental	Factores Ambientales	Potencial Impacto	Extracción de arcilla											
				N	I N	E X	M O	M C	P E	S I	A C	E F	R V	P R	Importancia
Físico	Suelo	Suelo	Relieve												
		Uso actual	Calidad de suelo												
	Aire	Calidad de aire	Calidad de aire	-1	1	2	4	1	1	2	1	1	1	4	-22
		Nivel de ruido	Confort sonoro	-1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	4	-22
Agua	Calidad de agua	Calidad de agua superficial													
Biológico	Flora	Cobertura vegetal	Afectación a la cobertura vegetal												
	Fauna	Fauna Silvestre	Ahuyentado de la fauna silvestre	-1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	4	-20
Social	Aspectos Sociales	Salud y morbilidad	Alteración a la salud	-1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	4	-22
		Empleo y Actividades económicas	Incremento de empleos	1	1	2	4	1	2	1	1	1	1	2	20
		Bienes y servicios	Incremento de adquisición de bienes y servicios	1	2	2	4	1	2	1	1	1	1	1	22

FUENTE: Elaboración propia, basada en la metodología de Conesa, 2025

El resultado comprueba que 4 de los 6 factores tienen un impacto negativo irrelevante según el índice de impacto negativo entre 0 y 25, mientras que 2 factores tienen un impacto positivo irrelevante.



Tabla 28 — Impacto ambiental para la generación de residuos sólidos (Actividad N°6)

Actividad N°6															
Medio	Componente ambiental	Factores ambientales	Potencial impacto	Extracción de arcilla											
				N	I N	E X	M O	M C	P E	S I	A C	E F	R V	P R	Importancia
Físico	Suelo	Suelo	Relieve												
		Uso actual	Calidad de suelo	-1	2	1	2	2	2	2	1	4	1	1	-23
	Aire	Calidad de aire	Calidad de aire	-1	1	2	2	2	2	1	1	4	2	1	-22
		Nivel de ruido	Confort sonoro												
Agua	Calidad de agua	Calidad de agua superficial	-1	1	1	2	3	3	1	2	4	2	1	-23	
Biológico	Flora	Cobertura vegetal	Afectación a la cobertura vegetal												
	Fauna	Fauna Silvestre	Ahuyentado de la fauna silvestre	-1	2	1	1	1	2	2	1	1	2	2	-20
Social	Aspectos sociales	Salud y Morbilidad	Alteración a la salud	-1	2	2	3	1	1	2	4	1	1	1	-24
		Empleo y Actividades económicas	Incremento de empleos												
		Bienes y servicios	Incremento de adquisición de bienes y servicios												

FUENTE: Elaboración propia, basada en la metodología de Conesa, 2025

El resultado comprueba que los 6 factores analizados tienen un indicador que sustenta un nivel de impacto negativo irrelevante de la fabricación de ladrillos considerando componentes físicos, biológicos y sociales.



Tabla 29 — Resumen del impacto ambiental en todos los procesos para la fabricación de ladrillos en el distrito Micaela Bastidas.

Matriz ambiental	Índice	Compo 79ente ambiental	Impactos positivos irrele vantes (+)	Impactos negativos irrele vantes (-)	Impactos positivos mode rados (+)	Impactos pegativos mode rados (-)	Total, Impac tos Identi ficados
Suelo	A	Relieve		1			
	B	Calidad del		2			
Aire	C	Calidad del aire		6			
	D	Confort sonoro		4			
Agua	F	Calidad de agua superficial		2			
Flora	H	Afectación cobertura vegetal		1			
Fauna	I	Ahuyentamiento especies		2			
Salud y morbilidad	J	Alteración a la salud		5			
Empleo	K	Incremento de empleo local	5				
Bienes y servicios	L	Incremento de adquisición de bienes y servicios	3				
TOTAL			8	23	0	0	31

FUENTE: Elaboración propia

La tabla 29 muestra que entre los principales agentes de riesgo se encuentran la emisión de material particulado, gases producto de la combustión, ruido industrial, vibraciones, contacto con residuos sólidos y exposición a condiciones térmicas extremas en zonas cercanas a los hornos. La exposición continua a estos factores puede incrementar la probabilidad de aparición de afecciones respiratorias, irritación ocular y dérmica, fatiga térmica, molestias auditivas y, en casos prolongados sin medidas preventivas, otras alteraciones asociadas al ambiente ocupacional. En ausencia de controles y medidas de seguridad y salud en el trabajo, este impacto se caracteriza como negativo, directo, continuo, acumulativo, reversible en el mediano plazo y de importancia moderada a alta, dependiendo del nivel de exposición, condiciones laborales, tiempos de operación y proximidad de receptores vulnerables.

La presencia continua de estímulos disruptivos puede producir la alteración del comportamiento natural de la fauna local, afectando sus patrones de alimentación, descanso, desplazamiento y reproducción. Como consecuencia, las especies más sensibles pueden desplazarse temporalmente hacia otras áreas, reduciendo la disponibilidad de fauna en la zona e impactando la dinámica ecológica local.

5.2 Discusión

5.2.1 Respecto al objetivo específico 1

Respecto al objetivo de identificar las propiedades físico mecánicas de la composición de mezclas en el distrito de Micaela Bastidas, los resultados de la tabla 2 demuestran que la composición química según valores de dióxido de silicio SiO_2 y óxido de aluminio Al_2O_3 para la fabricación de ladrillos en la calicata 1 presenta el mayor porcentaje de Al_2O_3 % con 12.86% y una proporción de SiO_2 de 78.3%, siendo esta la calicata con mejores propiedades para la fabricación de ladrillos por su mayor contenido de Al_2O_3 . Por otra parte, las calicatas 2 y 3 presentan menores proporciones de óxido de aluminio lo que podría afectar los resultados de propiedades mecánicas en los ladrillos.

Por su parte, Cuenca (2020) en Chincheros, Apurímac, quien analiza características físico-mecánicas de ladrillos king kong de arcilla cocida, muestra datos referenciales que demuestran que la composición de mezclas cumple con contenidos de Al_2O_3 así como de SiO_2 altos que generan una composición balanceada favoreciendo las propiedades de los ladrillos. La identificación en Micaela Bastidas de una calicata con 12.86% de Al_2O_3 y 78.3% de SiO_2 proporciona el fundamento químico para explicar resultados mecánicos satisfactorios como los reportados por Cuenca, confirmando que este perfil composicional es favorable para la producción de unidades de albañilería. Por su parte Sotelo (2021) en Andahuaylas, Apurímac, partió del análisis de ladrillos de arcilla cocida convencionales. Dicha investigación, al verificar propiedades físicas y mecánicas, subraya que la variabilidad en los resultados entre ladrilleras tiene su origen en las diferencias de la materia prima base y el proceso, no en aditivos.



5.2.2 Respetto al objetivo específico 2

Respetto al objetivo específico 2, determinar las propiedades físico mecánicas de los ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas los resultados demostraron en cuanto al alabeo que la deformación convexa presenta sus valores mínimos en los ladrillos cocidos a una temperatura de 950 °C, mientras que la más pronunciada se registra a 900 °C, según los promedios de 0.08 mm (superficie) y 0.0475 mm (bordes) frente a 0.165 mm y 0.545 mm, respectivamente. En cuanto a la variabilidad dimensional, esta es menor en el lote de ladrillos con sinterización a 800°C donde se registra una variabilidad de 1.36% en el largo del ladrillo, 0.08% en el ancho y 1.19% en el alto. Se observa que, si bien el grupo de ladrillos con cocción a 1100°C tiene mayor variabilidad, aún se encuentra en el rango de tolerancia permitida según la NTP 399.613. Respetto a la resistencia a la compresión, los resultados demuestran que el grupo de ladrillos realizados a una T° de 1100°C presenta el mayor promedio con una resistencia de 191.88 Kg/cm² de resistencia a la compresión. Este grupo es significativamente mayor a los otros según las el ANOVA realizado.

Por su parte, los resultados muestran una clara coincidencia con el estudio de Cuenca (2020) en Chincheros. Aunque la resistencia reportada por Cuenca (119.80 kg/cm²) es menor a la hallada aquí, ambos estudios demuestran que es posible obtener ladrillos de arcilla cocida sin aditivos que superen los requisitos de la Norma E.070 para muros portantes. La relación directa entre una mayor temperatura de cocción (1100°C) y un incremento significativo en la resistencia a la compresión, observada en Micaela Bastidas, corrobora el principio técnico validado en el trabajo de Cuenca, donde los ladrillos bien sinterizados también cumplieron con la normativa.

Por otra parte, Sotelo (2021) en Andahuaylas. Su estudio concluyó que las unidades de albañilería de tipo artesanal y semiindustrial, fabricadas de manera convencional, en muchos casos no cumplen con las normas técnicas establecidas y presentan alta variación en sus propiedades presentando una resistencia menor a 130 kg/cm². En contraste, los ladrillos de Micaela Bastidas cocidos a 1100°C no solo cumplen con los rangos de tolerancia dimensional, sino que alcanzan una resistencia a la compresión muy superior (191.88 kg/cm²) a los valores típicamente reportados para ladrillos artesanales en estudios como el de Sotelo



5.2.3 Respeto al objetivo específico 3

Respecto al objetivo específico 3, el impacto ambiental conforme al consumo de combustible para la producción de ladrillos a una temperatura de cocción de 1100 °C es de 2 canter y medio de leña de eucalipto, esto considerando un tiempo de cocción y calentamiento total de 24 horas. Sin la implementación de medidas de manejo ambiental que reduzcan las de emisiones y generación de polvo, el impacto se considera negativo, directo, sinérgico, acumulativo, de periodicidad continua, el cual afecta negativamente al medio ambiente de producirse los bienes (ladrillo) en cantidades industriales. Respecto al factor ambiental nivel de ruido generado en el proceso de fabricación de ladrillos de arcilla se generarían niveles sonoros medianamente altos en los procesos de moldeo, secado y cocción, debido al uso de maquinaria, hornos y prensas.

Estas fuentes mecánicas y de impacto producen emisiones acústicas continuas e intermitentes que pueden llegar a superar los valores referenciales permitidos para zonas industriales. En tal sentido a fin no generar malestar en la población cercana al área de estudio, es prescindible el uso de maquinarias que emitan menores ruidos, asimismo, realizar el mantenimiento correspondiente garantizando su operación en condiciones normales. Debido a que el impacto se considera negativo, directo, acumulativo, intenso, de periodicidad continua. La presencia continua de estímulos disruptivos puede producir la alteración del comportamiento natural de la fauna local, afectando sus patrones de alimentación, descanso, desplazamiento y reproducción. Como consecuencia, las especies más sensibles pueden desplazarse temporal o permanentemente hacia otras áreas, reduciendo la disponibilidad de fauna en la zona e impactando la dinámica ecológica local.

Por su parte Angola (2022) en su diagnóstico de ladrilleras en Villa Rica, Cauca, que se enfocó en el impacto ambiental general identificó a la actividad ladrillera como un agente de afectación físico-química, señalando la deforestación y la contaminación del aire como consecuencias directas, si bien este estudio no evaluó el consumo exacto de combustible como parte de la medición del impacto ambiental se determina que las ladrilleras tienen un alto potencial de afectación al medio ambiente.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Respecto al objetivo general se concluye reconociendo que la composición de mezclas de las calicatas analizadas muestran notables diferencias en cuanto a contenidos de SiO_2 y Al_2O_3 , siendo la calicata 1 la de mayor porcentaje de Al_2O_3 % con 12.86% y una proporción de SiO_2 de 78.3%, por lo que está calicata es la de mejores propiedades para la fabricación de ladrillos por su mayor contenido de Al_2O_3 , Respecto a las otras calicatas, los resultados demuestran que las propiedades físico mecánicas del ladrillo con tiempos de cocción mayores a 900°C ya cumplen con propiedades dentro de los mínimos establecidos conforme a la unidad de albañilería (NTP 399.613 – NTE 0.70).

Respecto al objetivo específico 1 de identificar las propiedades de la composición de mezclas en el distrito de Micaela Bastidas, se encontró que el contenido de SiO_2 en términos porcentuales fue de 78.3% en la calicata 1, 80.7% en la 2 y 79.2% en la 3, el CaO fue de 1.53% en la calicata 1, 1.83% en la 2 y 1.96% en la 3, el Al_2O_3 fue de 12.86% en la calicata 1, 10.4% en la 2 y 10.9% en la 3, en ese sentido, se concluye resaltando a la calicata 1 por sus mejores propiedades para la fabricación de ladrillos.

Respecto al objetivo específico 2, en relación al objetivo específico 2, los ensayos demostraron que las propiedades mecánicas y dimensionales de los ladrillos son adecuadas a partir de temperaturas de cocción de 1000°C . La mayor resistencia a la compresión (191.88 Kg/cm^2) se obtuvo a 1100°C , según un análisis ANOVA que confirma la significancia estadística de esta diferencia. La menor deformación por alabeo se registró a 950°C , mientras que la mejor uniformidad dimensional se observó a 800°C , cumpliendo todos los lotes con los rangos de tolerancia establecidos conforme a la unidad de albañilería (NTP 399.613 – NTE 0.70).

Respecto al objetivo específico 3, el impacto ambiental conforme al consumo de combustible para la producción de ladrillos a una temperatura de cocción de 1100°C es de 2 canter y medio de leña de eucalipto, esto considerando un tiempo de cocción y



calentamiento total de 24 hrs, los principales combustibles utilizados en el distrito son leña de eucalipto y aserrín de madera. La actividad de fabricación de ladrillos de arcilla implica la remoción de cobertura vegetal y acondicionamiento de áreas para la extracción de materia prima (arcilla), la habilitación de zonas de secado, circulación de maquinaria y operación de hornos. La remoción de vegetación producto de las actividades para la fabricación de ladrillos genera la pérdida de suelo orgánico y disminuye la capacidad de regeneración natural es decir la reversibilidad del medio pudiendo afectar la estabilización del terreno y favorecer procesos erosivos. Asimismo, la reducción de cobertura vegetal ocasiona la disminución temporal o permanente hábitat para fauna local.

6.2 Recomendaciones

A la municipalidad distrital de Micaela Bastidas se le recomienda establecer y difundir un protocolo de aprovechamiento preferente de la arcilla de la Calicata 1, mediante la zonificación y regulación de las áreas de extracción en coordinación con los ladrilleros locales, garantizando que las unidades fabricadas en el distrito cumplan con los estándares mínimos de resistencia establecidos conforme a la a la unidad de albañilería (NTP 399.613 – NTE 0.70).

A los productores ladrilleros del distrito se les recomienda priorizar el uso de la materia prima proveniente de la calicata 1, para aprovechar su composición química superior (12.86% de Al_2O_3) que constituye la base fundamental para la fabricación de ladrillos con mejores propiedades.

A los operarios de los hornos ladrilleros se les recomienda controlar y mantener la temperatura de cocción en un rango óptimo entre 950°C y 1100°C, mediante el uso de pirómetros u observación experta de la coloración de las llamas y el material, ya que este rango de T° de cocción logró con los estándares de propiedades físico-mecánicas del ladrillo conforme a la unidad de albañilería (NTP 399.613 – NTE 0.70).

A la gerencia de desarrollo económico y/o medio ambiente de la municipalidad se le recomienda implementar acciones orientadas a promover la transición hacia combustibles más eficientes y menos contaminantes, con el objetivo de contribuir al bienestar ambiental y económico de la comunidad. Para ello, se sugiere diseñar e impulsar programas de capacitación dirigidos tanto a los productores locales como a las comunidades en general,



con el fin de sensibilizarlos sobre la importancia de adoptar tecnologías más limpias y sostenibles, la adopción de estos hornos tiene efectos positivos en la salud de las personas, ya que contribuye a la disminución de la emisión de gases contaminantes, como el monóxido de carbono y las partículas finas, que son perjudiciales para las vías respiratorias y el bienestar general de la población. Al promover el uso de tecnologías más eficientes, también se reduce la huella de carbono local, alineándose con los compromisos globales sobre cambio climático. Con estas acciones, la municipalidad no solo contribuiría a la protección del medio ambiente, sino también a la mejora de la calidad de vida de los habitantes, promoviendo un desarrollo económico más sostenible y resiliente, en armonía con la preservación de los recursos naturales de la región.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVGUSTINIK, Aleksei I. *Cerámicas*. Barcelona: Reverté [en línea] 1983. <https://books.google.com.ec/books?id=LNCeOhT6ruEC>.

BALDIVIEZO, Daniel. *Estudio de cementos sostenibles basados en grandes sustituciones de Clinkert Portland por mezclas de caliza y arcillas activadas*. Tesis de maestría. Universidad Politécnica de Madrid. 2023.

BAUTISTA, Milton. *Análisis comparativo de las propiedades físicas del ladrillo pandereta con relación al ladrillo dieciocho huecos en Huacho, 2023*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. 2024.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA), BESOAIN, Eduardo. 1984. *Mineralogía de arcillas de suelos* [en línea]. San José: IICA, 1984. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11324/12993>.

CASTILLO, Hermilio, DEL RICO, Alfonso. *La ingeniera de los Suelos en las Vías Terrestres, Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas*. Vol.1. Mexico: Limusa, : s.n., 2005. https://books.google.com.co/books?id=rU_pA257zUEC&printsec.

CONESA, Vicente. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. s.l.: Mundi-Prensa, (2011). Segunda edición, Madrid, España. <https://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/1613/Archivo1.5036.pdf>

CUENCA, Brus. *Características físico mecánicas de los ladrillos de arcilla cocida y su clasificación según la Norma E-070, Chincheros - Apurímac, 2019*. 2020. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2020. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/df988787-da3c-4358-97be-15648e86b540>

GALLEGOS, Hector, CASABONNE Carlos. (2005). *Albañilería Estructural*. S.L. : Pontificia Universidad Católica Del Perú, Tesis de grado, 2005. pág. 93.



GONZALES, Matilde. (2001) *El terreno .(en línea) 2001.*

<https://upcommons.upc.edu/entities/publication/2b480ff8-8e7e-469c-8fa5-b4c3883f4e42>

HODGSON, J.M. (1987). *Muestreo y descripción de los suelos [en línea].* Reverte S. A.

Barcelona 1987. [https://books.google.com.pe/books?id=Gge-](https://books.google.com.pe/books?id=Gge-HNCUwXYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

[HNCUwXYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=Gge-HNCUwXYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

INACAL. Norma Técnica Peruana NTP 339.613. [En línea] 2017.

[https://studylib.es/doc/9180598/25017-ntp-399.613.](https://studylib.es/doc/9180598/25017-ntp-399.613)

JIMÉNEZ, Juan y DOMÍNGUEZ, José. (2016). *Geotecnia y cimientos. Volumen I. Universidad de Granada, 2016.*

MARIN, Royer y LLANOS David. (2022) *“Propiedades físicas y mecánicas de ladrillo artesanal con agregado natural que contiene partículas de hierro, 2022.*

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. (2014). *Términos de referencia comunes para los estudios de impacto ambiental. s.l. : El Peruano, 2014.*

[https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/5139150-terminos-de-referencia-comunes-para-la-elaboracion-de-estudios-de-impacto.](https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/5139150-terminos-de-referencia-comunes-para-la-elaboracion-de-estudios-de-impacto)

MUÑOZ, Pedro, et al, (2020). *Evaluación de las propiedades mecánicas, térmicas, minerales y físicas de ladrillos de arcilla cocida elaborados mediante la mezcla de arcilla roja caulinítica y residuos de pulpa de papel. s.l. : Ciencia aplicada de la arcilla, 2020.*

Neville, A. M. (2012). *Propiedades de los materiales de construcción. s.l. : Limusa., 2012.*

PARI, Raul. *Propiedades de la arcilla para elaboración de ladrillos artesanales en la cantera Cachimayo. Universidad Nacional de Huancavelica. Tesis de grado [en línea]. 2023*

<https://repositorio.unh.edu.pe/items/ff2163dd-11b9-493f-b6e2-941a9a53b744>

TEJEIRA, Tamara, (2015). *Fiabilidad y sistemas de control en la fabricación de pastas y de productos cerámicos conformados [en línea]. España : s.n., 2015.*

https://www.plateroeditorial.com/libro.asp?cod_libro=MF0668_3&cod_modulo=MF0668_3



QUIROZ, Joaquín, CANTÚ, Citlalli y GARCÍA, Rocío. 2020. *Entre humo y arcilla: contaminación ambiental y sobrevivencia humana en la producción artesanal de ladrillos.* s.l. : Editorial UNAM, 2020.

GARCÍA Ricardo, FLÓREZ Eder, y RODRÍGUEZ Magda. (2018). *Diseño de mezclas para la fabricación de productos de mampostería en la industria cerámica [en línea].* 2018. <https://www.redalyc.org/journal/6078/607865880002/html/>

GARCÍA Ricardo, FLÓREZ Eder, GUERRERO Gustavo. 2020. Determinación de la mezcla óptima de arcilla del bloque H-10 para la industria cerámica. Universidad Francisco de Paula Santander-Ocoña Colombia [en línea], 2020. <https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/handle/20.500.14167/3835>

RÍO, J. *Materiales de construcción.* Tomo I. 1975.

RODHES, Daniel. 1989. *Arcilla y vidriado para el ceramista [en línea].* Barcelona : Editorial Ceac, 1989, Barcelona. ISBN 978-84-329-8557-7, 1989. <https://elbarroyo.blogspot.com/2008/11/libro-arcilla-y-vidriado-para-el.html>

SODE, Ove. *La ingeniería agraria en el desarrollo: directrices para proyectar y construir almacenes en las aldeas .* Roma : s.n., 1991.

SOTELO, Bryam. 2021. *Estudio de verificación de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de arcilla cocida elaboradas en Andahuaylas, Apurímac 2021.* 2021.

TORRES, Segundo. 2021. *Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de arcilla fabricados en la ciudad de Iquitos-2020.* Universidad Científica del Perú. 2021.

VARGAS, Alexandra. 2022. *Evaluación de las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal mediante la adición de vidrio reciclado en la ciudad de Cajamarca - 2022.* Universeidad Privada del Norte [en línea]. 2022. <https://repositorio.upn.edu.pe>

VILLALAZ, Carlos Crespo. 2004. *Mecánica de Suelos y Cimentaciones.* Mexico, Limusa : s.n., 2004.



ANEXOS



Anexo A

Análisis de las propiedades físico - mecánico y su evaluación ambiental en la composición de mezcla para la fabricación de ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas provincia de Grau – Apurímac ,2025

Tabla 30 — Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Problemática	Variables	Dimensiones	Metodología
¿Cuáles son las propiedades físico-mecánico y la evaluación ambiental para la fabricación de ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas provincia de Grau-Apurímac, 2025?	Analizar las propiedades físico-mecánico y su evaluación ambiental de la fabricación de ladrillos en el distrito de Micaela Bastidas provincia de Grau-Apurímac, 2025	Las propiedades físico - mecánico de los ladrillos fabricados con la mezcla de arcilla de las calicatas del distrito Micaela Bastidas provincia de Grau - Apurímac cumplen con los estándares de calidad y normativos, y su proceso de producción puede optimizarse para reducir el impacto ambiental.	La falta de estudios de la materia prima de la localidad, ausencia de caracterización de la arcilla de la zona distrito de Micaela Bastidas. Ausencia de estudios de laboratorio sobre la calidad y atributos físico mecánicos del ladrillo obtenido con los insumos de la zona. Ausencia de estudios de impacto ambiental en los proyectos que tiene un alto potencial	Composición de mezclas	<ul style="list-style-type: none"> Granulometría Composición química 	Diseño: experimental Tipo: Aplicada Enfoque: Cuantitativo Población y Muestra: Población: Todo el recurso arcilla y ladrillos del distrito de Micaela bastidas. Muestra: muestras de arcilla y ladrillos.
Problemas específicos <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es la composición química y las propiedades de la composición de mezcla de las calicatas del distrito de Micaela Bastidas, provincia Grau – Apurímac, 2025? ¿Cuáles son las propiedades físico - 	Objetivos específicos <ul style="list-style-type: none"> Analizar la composición química y las propiedades de la composición de mezcla de las calicatas del distrito de Micaela Bastidas, provincia Grau – Apurímac, 2025 Identificar las propiedades físico - mecánico de los 	Hipótesis específicas <ul style="list-style-type: none"> La composición química de las arcillas de las calicatas de la localidad confiere a la mezcla una plasticidad adecuada y un punto de cocción óptimo para la fabricación de ladrillos. Los ladrillos fabricados con la mezcla propuestas alcanzan los valores de resistencia a la compresión, alabeo y 		Ladrillos de arcilla	<ul style="list-style-type: none"> Propiedades físicas. Propiedades Mecánicas. 	
				Evaluación ambiental	<ul style="list-style-type: none"> Consumo. Emisiones. 	Técnica de Recolección de Datos: Técnica: Registro de campo de excavación de calicata Observación: Instrumentos de recolección de datos:

<p>mecánico de los ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas, provincia Grau – Apurímac, 2025?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la evaluación ambiental para los procesos de fabricación de ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas, provincia Grau – Apurímac, 2025? 	<p>ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas, provincia Grau – Apurímac, 2025.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar su evaluación ambiental de los procesos de fabricación de ladrillos de arcilla y los impactos generados por el consumo del tipo combustible en el distrito de Micaela Bastidas, provincia Grau – Apurímac, 2025. 	<p>absorción de agua exigidos por la normativa técnica peruana vigente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La evaluación ambiental del proceso de fabricación de ladrillos de arcilla en el distrito de Micaela Bastidas, provincia Grau – Apurímac, 2025 permite identificar los procesos críticos de mayor impacto al entorno natural. 	<p>de contaminación.</p>			<p>Resistencia a la compresión, análisis químico, pruebas de alabeo, compresión al impacto e impacto ambiental</p> <p>Métodos de Análisis de Datos: Para el procesamiento de datos se utilizará el programa estadístico SPSS V.25 para el análisis estadístico cuantitativo de los datos.</p>
---	--	---	--------------------------	--	--	--

Anexo B

Tabla 31 — Instrumentos de recolección de datos

Ficha de datos de resistencia a la compresión						
N° de ladrillo	Temperatura °C	Esfuerzo MPA	Kg/cm2	Esfuerzo kn	Esfuerzo en kg/cm2 en area total	Esfuerzo en kg/cm2 en area neta
1						
2						
...						

Tabla 32 — Ficha de datos de composición química

Ficha de datos de composición química				
Componente	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3	Calicata 1, 2 y 3
a				
b				
...				

Tabla 33 — Ficha de datos de pruebas de alabeo

Ficha de datos de pruebas de alabeo					
N° de ladrillo	Temperatura de cocción	Convexo		Cóncavo	
		Superficie (mm)	Bordes (mm)	Superficie (mm)	Bordes (mm)
1					
2					
...					

Tabla 34 — Ficha de datos de las pruebas de compresión al impacto

Ficha de datos de las pruebas de compresión al impacto							
N° de ladrillo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Carga Máx (N)	Área (mm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia promedio (Kg/cm ²)
1							
2							
...							

Tabla 35 — Cuadro de valoración de impacto ambiental

Cuadro de valoración de impacto ambiental															
N° de actividad ...															
Medio	Compo nente ambiental	Factores ambientales	Impacto potencial	Extracción de arcilla											
				N	I N	E X	M O	M C	P E	S I	A C	E F	R V	P R	Importan cia
Físico	Suelo	Suelo	Relieve												
		Uso actual	Calidad de suelo												
	Aire	Calidad de aire	Calidad de aire												
		Nivel de ruido	Confort sonoro												
	Agua	Calidad de agua	Calidad de agua superficial												
Biológico	Flora	Cobertura vegetal	Afectación a la cobertura vegetal												
	Fauna	Fauna Silvestre	Ahuyentad o de la fauna silvestre												
Social	Aspectos Sociales	Salud y Morbilidad	Alteración a la salud												



		Empleo y Actividades económicas	Incremento de empleos																
		Bienes y servicios	Incremento de adquisición de bienes y servicios																



Anexo C

Certificado de validación de instrumentos (expertos)

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Título del trabajo de investigación:
Análisis de las propiedades físico - mecánico y su evaluación ambiental en la composición de mezcla para la fabricación de ladrillos de arcilla en el Distrito de Micaela Bastidas, Provincia Grau - Apurímac, 2025.

Investigadores:
Bach. Rosmel Adolfo Yupanqui Vivanco
Bach. Felisiano Tuiro Gómez.

II. DATOS DEL EXPERTO

Nombres y Apellidos: Emiliano Alvarez Escalante

Especialidad: En geotecnia y vías terrestres

Cargo e Institución donde labora: Jefe de Area

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Marque con un aspa (X) dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario.

1. Muy bajo	2. bajo	3. Medio	4. Alto	5. Muy Alto
-------------	---------	----------	---------	-------------

Componente	Indicadores	Valoración Cuantitativa	valores				
			1	2	3	4	5
Forma	1. Redacción	Está redactado considerando los elementos necesarios				X	
	2. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					X
	3. Objetividad	Está expresado en conducta observable				X	
Contenido	4. Actualidad	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					X
	5. Suficiente	Evalúa las dimensiones de las variables en cantidad y calidad				X	
	6. Intencionalidad	Es para alcanzar los objetivos del estudio					X
Estructura	7. Organización	Existe una organización lógica				X	
	8. Consecuencia	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa					X
	9. Coherencia	Existe coherencia entre las variables, dimensión e indicadores					X
	10. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
Total							

Figura 30 — Ficha de validación de un especialista en geotecnia y vías terrestres (parte 1)



IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Los resultados de cada capítulo desarrollados en la investigación muestran datos muy enriquecedores para el análisis como son, las propiedades físico-mecánicas, resistencia a compresión, evaluación ambiental, estos concluyen secuencialmente en la determinación de ladrillos de arcilla de calidad y la evaluación ambiental.

V. LUEGO DE REVISADO DE INSTRUMENTOS

Procede a su aplicación Debe corregir ()

Cusco 15 de enero del 2026.



 Ing. Benito Alvarez Escalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRE
CIP. N° 184003

Sello y firma del experto

DNI: 43461007

Figura 31 — Ficha de validación de un especialista en geotecnia y vías terrestres (parte 2)

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Título del trabajo de investigación:
Análisis de las propiedades físico - mecánico y su evaluación ambiental en la composición de mezcla para la fabricación de ladrillos de arcilla en el Distrito de Micaela Bastidas, Provincia Grau - Apurímac, 2025.

Investigadores:
Bach. Rosmel Adolfo Yupanqui Vivanco
Bach. Felisiano Turo Gómez.

II. DATOS DEL EXPERTO

Nombres y Apellidos: ATILIO MENDIGURE SARMIENTO

Especialidad: INGENIERO QUÍMICO

Cargo e Institución donde labora: DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Marque con un aspa (X) dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario.

1. Muy bajo	2. bajo	3. Medio	4. Alto	5. Muy Alto
-------------	---------	----------	---------	-------------

Componente	Indicadores	Valoración Cuantitativa	valores				
			1	2	3	4	5
Forma	1. Redacción	Está redactado considerando los elementos necesarios					X
	2. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					X
	3. Objetividad	Está expresado en conducta observable					X
Contenido	4. Actualidad	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					X
	5. Suficiente	Evalúa las dimensiones de las variables en cantidad y calidad					X
	6. Intencionalidad	Es para alcanzar los objetivos del estudio					X
Estructura	7. Organización	Existe una organización lógica					X
	8. Consecuencia	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa					X
	9. Coherencia	Existe coherencia entre las variables, dimensión e indicadores					X
	10. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
Total							

Figura 32 — Ficha de validación de un ingeniero químico (parte 1)

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Los resultados de cada capítulo desarrollados en la investigación muestran datos muy enriquecedores para el análisis como son, las propiedades físico-mecánicas, resistencia a compresión, evaluación ambiental, estos concluyen secuencialmente en la determinación de ladrillos de arcilla de calidad y la evaluación ambiental.

V. LUEGO DE REVISADO DE INSTRUMENTOS

Procede a su aplicación (x) Debe corregir ()

Cusco 15 de enero del 2026.



ATILIO MENDIGURRE SARMIENTO
INGENIERO QUIMICO
Registro del Colegio de Ingenieros N.º 27.863...

Sello y firma del experto

DNI:

Figura 33 — Ficha de validación de un ingeniero químico (parte 2)

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Título del trabajo de investigación:

Análisis de las propiedades físico - mecánico y su evaluación ambiental en la composición de mezcla para la fabricación de ladrillos de arcilla en el Distrito de Micaela Bastidas, Provincia Grau - Apurímac, 2025.

Investigadores:

Bach. Rosmel Adolfo Yupanqui Vivanco

Bach. Felisiano Tuiro Gómez.

II. DATOS DEL EXPERTO

Nombres y Apellidos: AYRTHON RODO ROBLES MACHACA

Especialidad: SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE

Cargo e Institución donde labora: ESPECIALISTA SSOMA
CONSORCIO SUPERVISOR CALANA

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Marque con un aspa (X) dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario.

		1. Muy bajo	2. bajo	3. Medio	4. Alto	5. Muy Alto
Componente	Indicadores	Valoración Cuantitativa				
		valores				
		1	2	3	4	5
Forma	1. Redacción					X
	2. Claridad					X
	3. Objetividad					X
Contenido	4. Actualidad					X
	5. Suficiente					X
	6. Intencionalidad					X
Estructura	7. Organización				X	
	8. Consecuencia					X
	9. Coherencia					X
	10. Metodología					X
Total						

Figura 34 — Ficha de validación de un ingeniero ambiental especialista en seguridad, salud ocupacional y medio ambiente (parte 1)



IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Los resultados de cada capítulo desarrollados en la investigación muestran datos muy enriquecedores para el análisis como son, las propiedades físico-mecánicas, resistencia a compresión, evaluación ambiental, estos concluyen secuencialmente en la determinación de ladrillos de arcilla de calidad y la evaluación ambiental.

V. LUEGO DE REVISADO DE INSTRUMENTOS

Procede a su aplicación (x) Debe corregir ()

Cusco 15 de enero del 2026.

CONSORCIO SUPERVISOR CALANA
Antonio R. Machaca
ING. ANTONIO RODRIGUEZ MACHACA
EXP. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE
CIVIL 878679

Sello y firma del experto

DNI: 70245252

Figura 35 — Ficha de validación de un ingeniero ambiental especialista en seguridad, salud ocupacional y medio ambiente (parte 2)

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Título del trabajo de investigación:

Análisis de las propiedades físico - mecánico y su evaluación ambiental en la composición de mezcla para la fabricación de ladrillos de arcilla en el Distrito de Miçaela Bastidas, Provincia Grau - Apurímac, 2025.

Investigadores:

Bach. Rosmel Adolfo Yupanqui Vivanco

Bach. Felisiano Tuiro Gómez.

II. DATOS DEL EXPERTO

Nombres y Apellidos: ASCENCIÓN GABINO AUCCAPURE ROJAS

Especialidad: INGENIERO CIVIL - ESPECIALISTA EN MATERIALES

Cargo e Institución donde labora: GERENTE EN LA LADRILLERÍA LATESAM - CUSCO

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Marque con un aspa (X) dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario.

		1. Muy bajo	2. bajo	3. Medio	4. Alto	5. Muy Alto
Componente	Indicadores	Valoración Cuantitativa				
		valores				
		1	2	3	4	5
Forma	1. Redacción					X
	2. Claridad				X	
	3. Objetividad					X
Contenido	4. Actualidad					X
	5. Suficiente					X
	6. Intencionalidad					X
Estructura	7. Organización					X
	8. Consecuencia					X
	9. Coherencia					X
	10. Metodología					X
Total						

Figura 36 — Ficha de validación de un ingeniero civil especialista en materiales (parte 1)



IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Los resultados de cada capítulo desarrollados en la investigación muestran datos muy enriquecedores para el análisis como son, las propiedades físico-mecánicas, resistencia a compresión, evaluación ambiental, estos concluyen secuencialmente en la determinación de ladrillos de arcilla de calidad y la evaluación ambiental.

V. LUEGO DE REVISADO DE INSTRUMENTOS

Procede a su aplicación Debe corregir ()

Cusco 15 de enero del 2026.

LATESAN
.....
Ing. Ascención G. Andagure Rojas
GERENTE GENERAL
.....
Sello y firma del experto
DNI: 23989510

Figura 37 — Ficha de validación de un ingeniero civil especialista en materiales (parte 2)



Tabla 36 — Resumen de juicio de expertos

Nombres y apellidos	Categoría	Especialidad	Índice de validación
Emiliano Alvares Escalante	Ingeniero Civil especialista	Geotecnia y vías terrestres	4
Atilio Mendigure Sarmiento	Ingeniero Químico	Director de laboratorio de materiales de ingeniería	5
Ayrthon Rodo Robles Machaca	Ingeniero Ambiental	Seguridad, salud ocupacional y medio ambiente	5
Ascensión Gabino Auccapure Rojas	Ingeniero Civil	Especialista en materiales de construcción	5
<p>NOTA:</p> <p>En la presente tabla se llega a mostrar el juicio de los expertos para la validación de los instrumentos de medición de análisis de las propiedades físico – mecánico para la fabricación de ladrillos y su evaluación ambiental.</p>			

$$\text{Índice total de juicio de expertos} = \frac{4 + 5 + 5 + 5}{4}$$

$$\text{Índice total de juicio de expertos} = 4.75$$

Los índices de validación son (1: Muy bajo, 2: bajo, 3: Buena, 4: alto, 5: muy alto), se evidencia que el índice total de juicio de expertos es de 4.75 siendo esta mayor a 4 y menor a 5, con una clasificación de alto.

Anexo D
Fotográficas del trabajo de investigación



Figura 38 — Zona de intervención - distrito de Micaela Bastidas, provincia Grau - Apurímac



Figura 39 — Área de estudio de los sectores de Puyso, Huaquil y Chuyamayo - distrito de Micaela Bastidas, provincia Grau -Apurímac



Figura 40 — Calicata 01, muestra 01 para el laboratorio de análisis químico



Figura 41 — Calicata 02, muestra 02 para el laboratorio de análisis químico



Figura 42 — Calicata 03, muestra 03 para el laboratorio de análisis químico



Figura 43 — Muestras 01, 02, 03 y 04 en el laboratorio de análisis químico - Facultad de Ingeniería Química - UNSAAC



Figura 44 — Procesamiento de muestras en el laboratorio de análisis químico – Facultad de Ingeniería Química – UNSAAC



Figura 45 — Muestras en la ladrillera LATER. distrito de San Jerónimo, provincia Cusco - Cusco



Figura 46 — Cuarteado de la muestra de la composición de mezclas de arcilla de las diferentes muestras para el ensayo de granulometría en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST – Cusco

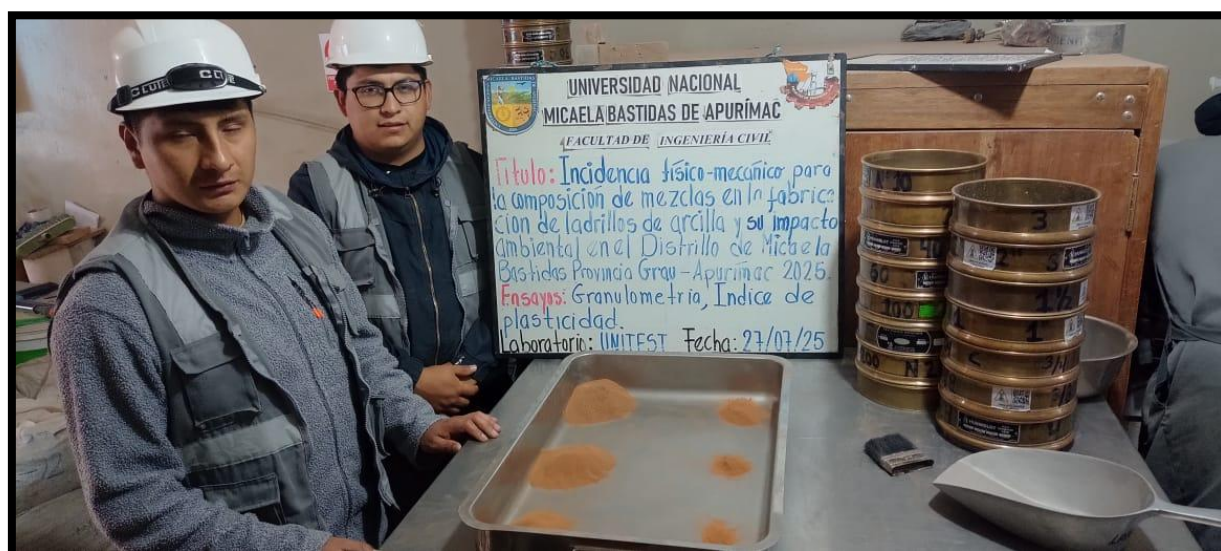


Figura 47 — Tamizado de la muestra de la composición de muestras de arcilla de las diferentes muestras para el ensayo de granulometría en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST – Cusco



Figura 48 — Ensayo de límite de plasticidad – límite Líquido – Índice de Plasticidad en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST – Cusco



Figura 49 — Moldes de Ladrillo King kong 18 huecos 9x24x12.5 cm en la ladrillera LATER. distrito de San Jerónimo, provincia Cusco - Cusco



Figura 50 — Secado de Ladrillo King kong 18 huecos 9x24x12.5 cm en la ladrillera LATER. distrito de San Jerónimo, provincia Cusco - Cusco



Figura 51 — Cocción de ladrillo de arcilla King kong 18 huecos 9x24x12.5 cm en el Laboratorio de Materiales de Ingeniería – Facultad de Ingeniería de Procesos – UNSAAC



Figura 52 — Cocción de ladrillos de arcilla King kong 18 huecos 9x24x12.5 cm a diferentes temperaturas $T=800\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T=900\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T=950\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $T=1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el Laboratorio de Materiales de Ingeniería – Facultad de Ingeniería de Procesos – UNSAAC



Figura 53 — Cocción de ladrillo de arcilla King Kong 18 huecos 9x24x12.5 cm a temperatura $T=1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la ladrillera LATER. distrito de San Jerónimo, provincia Cusco - Cusco



Figura 54 — Cocción de ladrillo a temperatura $T=1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ controlado por termocupla en la ladrillera LATER. distrito de San Jerónimo, provincia Cusco – Cusco



Figura 55 — Ensayos de compresión a diferentes temperaturas de ladrillo de arcilla King Kong 18 huecos $9 \times 24 \times 12.5\text{ cm}$ en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST – Cusco



Figura 56 — Ladrillo de arcilla King Kong 18 huecos 9x24x12.5 cm para la prueba refrentando usando yeso piedra especial extra duro en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST – Cusco

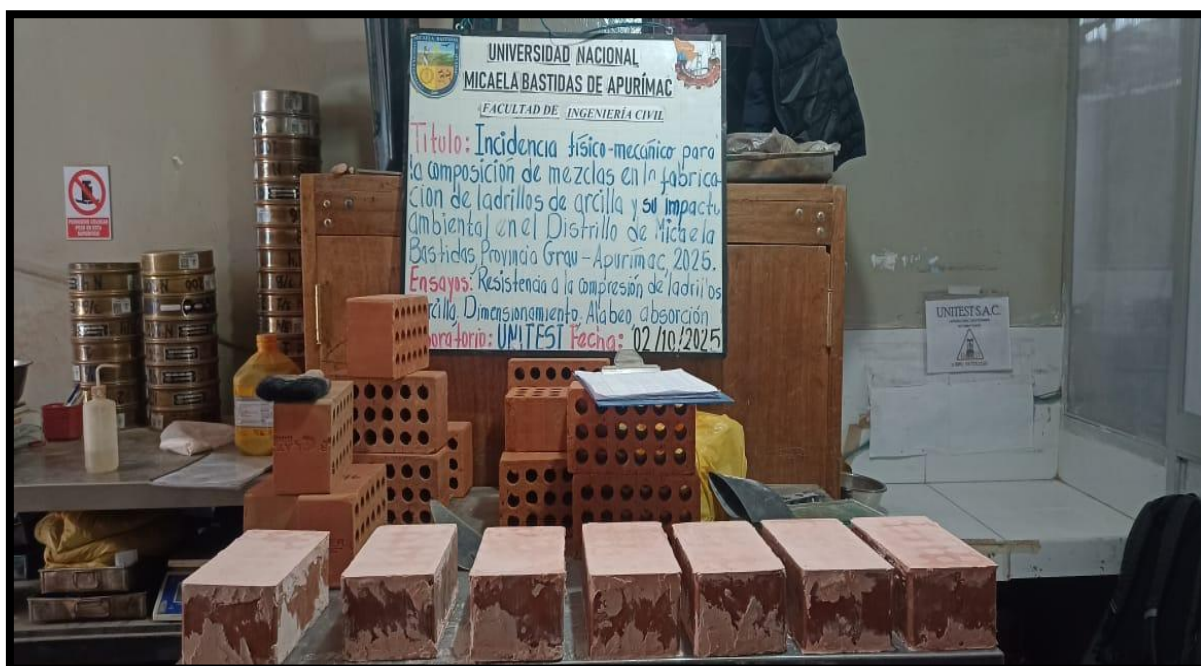


Figura 57 — Ladrillo de arcilla King Kong 18 huecos 9x24x12.5 cm nivelado con yeso piedra especial extra duro (Rubimix) para el ensayo de Refrentado en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST – Cusco



Figura 58 — Ensayos a la compresión de ladrillo de arcilla King Kong 18 huecos 9x24x12.5 cm, ladrillos Refrentados en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST – Cusco



Figura 59 — Ensayo de Absorción de ladrillos de arcilla King Kong 18 huecos 9x24x12.5 cm en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST – Cusco



Figura 60 — Ensayo de eflorencia de ladrillos de arcilla King Kong 18 huecos 9x24x12.5 cm en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST – Cusco




Figura 61 — Ensayo de módulo de rotura (Ensayo de flexión) de ladrillos de arcilla King Kong 18 huecos 9x24x12.5 cm en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST – Cusco.



Figura 62 — Ensayo de compresión al impacto de ladrillos de arcilla King Kong 18 huecos 9x24x12.5 cm en el laboratorio automatizado de control de calidad de materiales UNITEST – Cusco


Anexo E

Registro de campo de excavación de muestra



UNITEST - UNIVERSAL TESTING
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALE

CALICATA C-01

	REGISTRO DE CAMPO DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS			CODIGO:	UNI-CAM-01
	PRACTICA ESTANDAR PARA LA DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (PROCEDIMIENTO VISUAL - MANUAL NTP 339.150			VERSION:	3/05/2025
				FECHA:	-
				PAGINA:	1/1


Solicitante	Rosmel Adolfo Yupanqui Vivanco / Felisiano Tutro Gomez	Contacto	-	Nro Calalar	-
Titulo	Análisis de las propiedades físico - mecánico y su evaluación ambiental en la composición de mezcla para la fabricación de ladrillos en el Distrito de Micaela Bastidas Provincia de Grau - Apurímac, 2025				
Ubicación/Dirección	Localidad del Distrito de Micaela Bastidas				

Tramo:	-	DATOS DE EXCAVACIÓN	Progresiva:	-	
COORDENADAS		Código de la Calicata:	AVANCE DE LA EXCAVACIÓN		
Sistema / Datum / Zona	18L	Profundidad (m):	Fecha:	3/05/2025	
Este (m):	757556	Nivel freático (m):	OBRA		
Norte (m):	8437810	Tipo de Excavación:	Pavimento <input type="checkbox"/> Inspección: <input type="checkbox"/> % de date: <input type="checkbox"/>		
Cota (m.s.n.m.):	3439	Lado de la vía:	Pav. PBR <input type="checkbox"/> Cap. Portante: <input type="checkbox"/> Otros: <input type="checkbox"/> +		

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO				SUELO DE GRANO FIRUTSO				SUELO DE GRANO FINO		PRESENCIA DE MATERIALES	OTROS COMENTARIOS			
Prof. desde (m)	Muestra (m)	Huirs tra	Carrs. traibe	Clasif m. SUCS	Humedad	Color	Olor	Estructura	Compacidad	Angularidad	Forma	Forma	Consistencia	Presencia		
-1.50	-2.00	-	-	-	Seco <input type="checkbox"/> Humedo <input checked="" type="checkbox"/> Mug marron <input type="checkbox"/> Saturado <input type="checkbox"/>	MARRON	Si presente <input type="checkbox"/> No presente <input checked="" type="checkbox"/>	Estratificada <input type="checkbox"/> Laminar <input type="checkbox"/> Fisurada <input type="checkbox"/> Homogénea <input type="checkbox"/>	Estratificada <input type="checkbox"/> Duela <input type="checkbox"/> Med Densa <input type="checkbox"/> Densa <input type="checkbox"/> Muy densa <input type="checkbox"/>	Muy densa <input type="checkbox"/> Subredondeada <input type="checkbox"/> Angular <input type="checkbox"/> Subangular <input type="checkbox"/>	Chatas <input type="checkbox"/> Planas <input checked="" type="checkbox"/> Alargada <input type="checkbox"/>	Suelo - (Sin) <input type="checkbox"/> Bolonera (3-6 m) <input type="checkbox"/> Bloques (4-6 m) <input type="checkbox"/> Observación <input type="checkbox"/>	Muy suave <input type="checkbox"/> Suave <input type="checkbox"/> Feme <input type="checkbox"/> Dura <input type="checkbox"/> Dus dura <input type="checkbox"/>	No plastica <input type="checkbox"/> Ras <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>	Reacción al HCl <input type="checkbox"/> Presencia de Goides <input type="checkbox"/> Presencia de materia orgánica <input type="checkbox"/> Presencia de Mices <input type="checkbox"/> Presencia de filtración <input type="checkbox"/>	% Bloques (del volumen total) % Beloneria (del volumen total) G.% S.% Otros: E.% Suelo con mayes, solo orgánico (0.00-1.50)
0.00	-1.50	-	2	-	Seco <input type="checkbox"/> Humedo <input checked="" type="checkbox"/> Mug marron <input type="checkbox"/> Saturado <input type="checkbox"/>	MARRON	Si presente <input type="checkbox"/> No presente <input checked="" type="checkbox"/>	Estratificada <input type="checkbox"/> Laminar <input type="checkbox"/> Fisurada <input type="checkbox"/> Homogénea <input type="checkbox"/>	Esta moico <input type="checkbox"/> Dusla <input type="checkbox"/> Med Densa <input type="checkbox"/> Densa <input type="checkbox"/> Muy densa <input type="checkbox"/>	Media densa <input type="checkbox"/> Subredondeada <input type="checkbox"/> Angular <input type="checkbox"/> Subangular <input type="checkbox"/>	Chatas <input type="checkbox"/> Planas <input checked="" type="checkbox"/> Alargada <input type="checkbox"/>	Suelo - (Sin) <input type="checkbox"/> Bolonera (3-6 m) <input type="checkbox"/> Bloques (4-6 m) <input type="checkbox"/> Observación <input type="checkbox"/>	Muy suave <input type="checkbox"/> Suave <input type="checkbox"/> Feme <input type="checkbox"/> Dura <input type="checkbox"/> Dus dura <input type="checkbox"/>	No plastico <input type="checkbox"/> Bos <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>	Reacción al HCl <input type="checkbox"/> Presencia de Goides <input type="checkbox"/> Presencia de materia orgánica <input type="checkbox"/> Presencia de Mices <input type="checkbox"/> Presencia de filtración <input type="checkbox"/>	% Bloques (del volumen total) % Beloneria (del volumen total) G.% S.% Otros: E.%

Página 1

Cusco: Lub. Tnix X-13 - Celle Perú, Wanchaq - Cusco, Tili. (084) 242720, RPC: 987252150 RPM + 987566466, Cel. Clara: 984331760,
 Qollilitante: General General N° 420, Qullabamba - Casco, Ausccay. Aro. Pro-Privinda de los Trabajadores del MTC. Mza. "A", Lote 8.
www.unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestpera2@gmail.com



Pro. Houduno Suarez Angvante
 INGENIERO CIVIL
 IN DCCON SITHI Y DO TITULO INGENIERO
 CIP N° 184003

Figura 63 — Registro de campo de excavación de calicata C-01



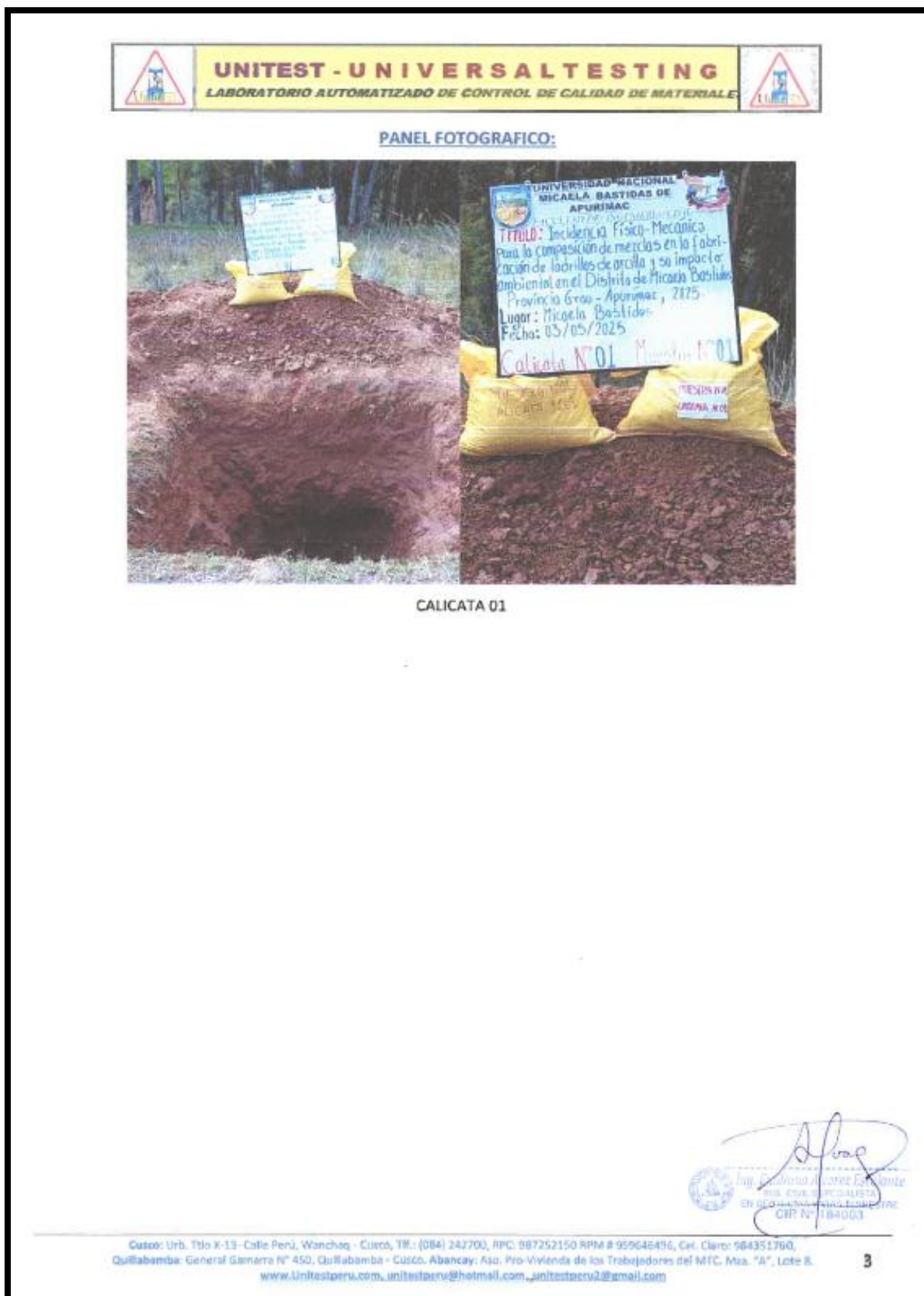





Figura 64 — Excavación de muestra - calicata 01


UNITEST - UNIVERSAL TESTING
 LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES
 

CALICATA C-02

	REGISTRO DE CAMPO DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS			CODIGO:	UNI-CAM-01
	PRACTICA ESTANDAR PARA LA DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (PROCEDIMIENTO VISUAL)			VERSION:	1
	MANUAL NTP 339.150			FECHA:	-
				PAGINA:	1/1

Solicitante	Rosmel Adolfo Yupanqui Vivanco / Felisiano Tuero Gomez	Contacto	-	Nro Celular	-
Titulo	Análisis de las propiedades físico-mecánico y su evaluación ambiental en la composición de mezcla para la fabricación de ladrillos en el Distrito de Micaela Bastidas Provincia de Grau – Apurímac ,2025				
Ubicación/Dirección	Localidad del Distrito de Micaela Bastidas				

Tramo:	-	DATOS DE LA EXCAVACIÓN	Progresiva:	-	
COORDENADAS		Código de la Calicata:	AVANCE DE LA EXCAVACIÓN		
Sistema / Datum / Zona	18L	Profundidad (m):	Fecha:	3/05/2025	
Este (m):	757673	Nivel freático (m):	OBRA		
Norte (m):	8437909	Tipo de Excavación:	Pavimento <input type="checkbox"/>	Inspeccion: <input type="checkbox"/>	O. de Arte: <input type="checkbox"/>
Cota (m.s.n.m.):	3429	Lado de la vía:	Pav. CBR <input type="checkbox"/>	Cap. Portante: <input type="checkbox"/>	Otro: <input checked="" type="checkbox"/>

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO				SUELO DE GRANO GRUESO				SUELO DE GRANO FINO		PRESENCIA DE MATERIALES	OTROS COMENTARIOS			
Prof. desde (m)	Prof. hasta (m)	Muestra	Cant. Bolsa	Clasif. SUCS	Humedad	Color	Olor	Estructura	Compacidad	Angularidad	Forma	TMP	Consistencia	Plasticidad		
-2.00	-2.50	-	-	-		MARRON	Si presenta <input type="checkbox"/> No presenta <input type="checkbox"/>	Estratificada <input type="checkbox"/> Laminar <input type="checkbox"/> Fibrada <input type="checkbox"/> Lenticular <input type="checkbox"/> Homogénea <input type="checkbox"/>	Muy suelta <input type="checkbox"/> Suelta <input type="checkbox"/> Med. Densa <input type="checkbox"/> Densa <input type="checkbox"/> Muy densa <input type="checkbox"/>	Redondeada <input type="checkbox"/> Subredondeada <input type="checkbox"/> Angular <input type="checkbox"/> Subangular <input type="checkbox"/>	Chatas <input type="checkbox"/> Planas <input type="checkbox"/> Alargadas <input type="checkbox"/>	Suelto (<3n) <input type="checkbox"/> Bolonería(3-6 n) <input type="checkbox"/> Bloques(6-8 n) <input type="checkbox"/> Observación <input type="checkbox"/>	Muy suave <input type="checkbox"/> Suave <input type="checkbox"/> Firme <input type="checkbox"/> Dura <input type="checkbox"/> Muy dura <input type="checkbox"/>	No plástico <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>	Reacción al HCl: Presencia de óxidos: Presencia de materia orgánica: Presencia de hielos: Presencia de filtración:	% Bloques (del volumen total) % Bolonería (del volumen total) G.S. S.S. F.S. Otros:
0.00	-2.00	-	2	-		MARRON	Si presenta <input type="checkbox"/> No presenta <input type="checkbox"/>	Estratificada <input type="checkbox"/> Laminar <input type="checkbox"/> Fibrada <input type="checkbox"/> Lenticular <input type="checkbox"/> Homogénea <input type="checkbox"/>	Muy suelta <input type="checkbox"/> Suelta <input type="checkbox"/> Med. Densa <input type="checkbox"/> Densa <input type="checkbox"/> Muy densa <input type="checkbox"/>	Redondeada <input type="checkbox"/> Subredondeada <input type="checkbox"/> Angular <input type="checkbox"/> Subangular <input type="checkbox"/>	Chatas <input type="checkbox"/> Planas <input type="checkbox"/> Alargadas <input type="checkbox"/>	Suelto (<3n) <input type="checkbox"/> Bolonería(3-6 n) <input type="checkbox"/> Bloques(6-8 n) <input type="checkbox"/> Observación <input type="checkbox"/>	Muy suave <input type="checkbox"/> Suave <input type="checkbox"/> Firme <input type="checkbox"/> Dura <input type="checkbox"/> Muy dura <input type="checkbox"/>	No plástico <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>	Reacción al HCl: Presencia de óxidos: Presencia de materia orgánica: Presencia de hielos: Presencia de filtración:	% Bloques (del volumen total) % Bolonería (del volumen total) G.S. S.S. F.S. Otros:

Cusco: Urb. Ttio X-13- Calle Perú, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, RPC: 987252150 RPM # 959646496, Cel. Claro: 984351760,
 Quillabamba: General Gamarra N° 450, Quillabamba - Cusco. Abancay: Aso. Pro-Vivienda de los Trabajadores del MTC. Mza. "A", Lote 8.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com




Figura 65 — Registro de campo de excavación de calicata C-02



PANEL FOTOGRAFICO:




CALICATA 02

Cusco: Urb. Tito X-13- Calle Perú, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, RPC: 987252150 RPA # 959646495, Cel. Claro: 984353760,
Quillabamba: General Gamara N° 450, Quillabamba - Cusco, Abancay: Aso. Pro-Vivienda de los Trabajadores del MTC, Mza. "A", Lote 8.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com


Figura 66 — Excavación de muestra - calicata 02





UNITEST - UNIVERSAL TESTING
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

CALICATA C-03


	REGISTRO DE CAMPO DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS	CODIGO:	UNI-CAM-01
	PRACTICA ESTANDAR PARA LA DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (PROCEDIMIENTO VISUAL) MANUAL NTP 339.150	VERSION:	1
		FECHA:	-
		PAGINA:	1/1

Solicitante	Rosmel Adolfo Yupanqui Vivanco / Felisiano Tuero Gomez	Contacto	-	Nro Celular	-
Titulo	Análisis de las propiedades físico - mecánico y su evaluación ambiental en la composición de mezcla para la fabricación de ladrillos en el Distrito de Micaela Bastidas Provincia de Grau – Apurímac ,2025				
Ubicación/Dirección	Localidad del Distrito de Micaela Bastidas				

Tramo:	-	DATOS DE LA EXCAVACIÓN	Progresiva:	-
COORDENADAS		Código de la Calicata:	C-03	
Sistema / Datum / Zona	18L	Profundidad (m):	2.00	
Este (m):	757724	Nivel freático (m):	-	
Norte (m):	8437909	Tipo de Excavación:	auctacion calicata	
Cota (m.s.n.m.):	3433	Lado de la via:	-	
		AVANCE DE LA EXCAVACIÓN		
		Fecha:	3/05/2025	
OBRA				
Pavimento <input type="checkbox"/>		Inspeccion:	<input type="checkbox"/> O. de Arte: <input type="checkbox"/>	
Pav. CBR <input type="checkbox"/>		Cap. Portante:	<input type="checkbox"/> Otro: <input checked="" type="checkbox"/>	

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA				DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO				SUELO DE GRANO GRUESO				SUELO DE GRANO FINO		PRESENCIA DE MATERIALES	OTROS COMENTARIOS	
Prof. desde (m)	Prof. hasta (m)	Muestra	Cant. Bolsa	Clasif. in. SUCS	Humedad	Color	Olor	Estructura	Compacidad	Angularidad	Forma	TMP	Consistencia			Plasticidad
-1.30	-2.00	-	-	-	Seco <input type="checkbox"/> Humedo <input type="checkbox"/> Muy humed. <input type="checkbox"/> Saturado <input type="checkbox"/>	MARRON	Si presenta <input type="checkbox"/> No present. <input type="checkbox"/>	Estratificada <input type="checkbox"/> Laminar <input type="checkbox"/> Fisurada <input type="checkbox"/> Lenticular <input type="checkbox"/> Homogenea <input type="checkbox"/>	Muy suelta <input type="checkbox"/> Suelta <input type="checkbox"/> Med. Densa <input type="checkbox"/> Densa <input type="checkbox"/> Muy densa <input type="checkbox"/>	Redondeada <input type="checkbox"/> Subredondeada <input type="checkbox"/> Angular <input type="checkbox"/> Subangular <input type="checkbox"/>	Chatas <input type="checkbox"/> Planas <input type="checkbox"/> Alargadas <input type="checkbox"/>	Suelo (< 3m): <input type="checkbox"/> Boloneria (3-6 in.): <input type="checkbox"/> Bloques (6-8 in.): <input type="checkbox"/> Observacion: <input type="checkbox"/>	Muy suave <input type="checkbox"/> Suave <input type="checkbox"/> Firme <input checked="" type="checkbox"/> Dura <input type="checkbox"/> Muy dura <input type="checkbox"/>	No plastico <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>	Reaccion al HCl: <input type="checkbox"/> Presencia de oxidos: <input type="checkbox"/> Presencia de materia organica: <input type="checkbox"/> Presencia de Micas: <input type="checkbox"/> Presencia de Nitacion: <input type="checkbox"/>	% Bloques (del volumen total) GL% S% % Boloneria (del volumen total) GL% S% F.% Otro:
0.00	-1.30	-	2	-	Seco <input type="checkbox"/> Humedo <input type="checkbox"/> Muy humed. <input type="checkbox"/> Saturado <input type="checkbox"/>	MARRON	Si presenta <input type="checkbox"/> No present. <input type="checkbox"/>	Estratificada <input type="checkbox"/> Laminar <input type="checkbox"/> Fisurada <input type="checkbox"/> Lenticular <input type="checkbox"/> Homogenea <input type="checkbox"/>	Muy suelta <input type="checkbox"/> Suelta <input type="checkbox"/> Med. Densa <input type="checkbox"/> Densa <input type="checkbox"/> Muy densa <input type="checkbox"/>	Redondeada <input type="checkbox"/> Subredondeada <input type="checkbox"/> Angular <input type="checkbox"/> Subangular <input type="checkbox"/>	Chatas <input type="checkbox"/> Planas <input type="checkbox"/> Alargadas <input type="checkbox"/>	Suelo (< 3m): <input type="checkbox"/> Boloneria (3-6 in.): <input type="checkbox"/> Bloques (6-8 in.): <input type="checkbox"/> Observacion: <input type="checkbox"/>	Muy suave <input type="checkbox"/> Suave <input type="checkbox"/> Firme <input checked="" type="checkbox"/> Dura <input type="checkbox"/> Muy dura <input type="checkbox"/>	No plastico <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>	Reaccion al HCl: <input type="checkbox"/> Presencia de oxidos: <input type="checkbox"/> Presencia de materia organica: <input type="checkbox"/> Presencia de Micas: <input type="checkbox"/> Presencia de Nitacion: <input type="checkbox"/>	% Bloques (del volumen total) GL% S% % Boloneria (del volumen total) GL% S% F.% Otro:

Cusco: Urb. Ttio X-13- Calle Perú, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, RPC: 987252150 RPM # 959646496, Cel. Claro: 984351760,
Quillabamba: General Gamarra N° 450, Quillabamba - Cusco. **Abancay:** Aso. Pro-Vivienda de los Trabajadores del MTC. Mza. "A", Lote 8.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com



Ing. Emiliano Alvarez Escobedo
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y SISTEMAS DE ESTRUCTURAS
 CIP N° 184003

Figura 67 — Registro de campo de excavación de calicata C-03



PANEL FOTOGRAFICO:



CALICATA 03

Ing. Edmundo RIVERA GILBERTI
ING. CIVIL ESPECIALIZADO
EN GEOTECNIA Y MAS TERRESTRES
CIP: N° 184003


Cusco: Urb. Tío X-13- Calle Perú, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, RPC: 987252150 RPM # 959645496, Cel. Claro: 964351760,
Quillabamba: General Gamarra N° 450, Quillabamba - Cusco. Abancay: Aso. Pro-Vivienda de los Trabajadores del MTC. Mza. "A", Lote 8.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu3@gmail.com

Figura 68 — Excavación de muestra - calicata 03



Anexo F

Resultados de laboratorio, informes y certificados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú

UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0139-25-LAQ

SOLICITANTE : ROSMEL ADOLFO YUPANQUI VIVANCO
 FELICIANO TUIRO GOMEZ

TITULO : INCIDENCIA FISICO-MECANICO PARA LA COMPOSICION DE MEZCLAS EN LA FABRICACION DE LADRILLOS DE ARCILLA Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE MICAELA BASTIDAS, PROVINCIA GRAU-APURIMAC, 2025.

INSTITUCION : UNAMBA, FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

MUESTRA : ARCILLAS

MUESTRA 1.- CALICATA 1
 MUESTRA 2.- CALICATA 2
 MUESTRA 3.- CALICATA 3
 MUESTRA 4.- CALICATA 1, 2 Y 3

FECHA : C/15/05/2025

ANALISIS FISICOQUIMICO:

	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
SiO ₂ %	78,30	80,70	79,20	77,50
CaO %	1,53	1,83	1,96	1,66
MgO %	1,18	0,92	0,88	1,10
Fe ₂ O ₃ %	2,06	1,97	2,10	2,40
Al ₂ O ₃ %	12,86	10,40	10,90	10,60
Materia Orgánica %	1,80	2,10	1,70	2,00

Métodos: MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LABORATORIO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA UNI.

METODOS FOTOMETRICOS PROBADOS, J. Fries, E. Merck, Darmstadt.

Cusco, 30 de Mayo 2025



Melquides Herrera Arística
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUÍMICO

Figura 69 — Informe de análisis químico – Facultad de Ciencias, UNSAAC





RUC: 20607591734
 SECTOR TUTALLICAYOO -AV. CUSCO, Nº0
 500, SAN SEBASTIAN -CUSCO- CELULAR
 986861672

CERTIFICADO DE ELABORACIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA

Cusco, 05 de agosto del 2025

SOLICITANTES:
 BRS. ROSMEL ADOLFO YUPANQUI VIVANCO y FELISIANO TUIRO GÓMEZ.

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC - FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL.

TÍTULO DE TESIS:
 INCIDENCIA FÍSICA - MECÁNICO PARA LA COMPOSICIÓN DE MEZCLAS EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE MICAELA BASTIDAS, PROVINCIA GRAU - APURÍMAC, 2025.

CERTIFICA: LADRILLERIA LATER RUC: 20607591734

PRODUCTO:	Ladrillos industriales cerámicos	CUALIDADES:	Geometría y acabado perfecto Buen comportamiento termo acústico
FABRICANTES:	LADRILLERIA LATER CALIDAD Y RESISTENCIA		
CARACTERÍSTICAS:	Materia prima: Arcilla roja, SiO ₂ , CaO, MgO, Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃		

TIPO DE LADRILLO	LARGO	ANCHO	ALTURA	PESO PROMEDIO	CANTIDAD	VACIO
Ladrillo King Kong 18 huecos	23.00	12.5	0.09	3.50	65	30 %



CORPORAÇÃO LATER S.A.S.
 R.U.C. 20607591734
 BLGA. ROXANA QUESPE ESPINOZA
 GERENTE

Figura 70 — Certificado de elaboración de moldes de ladrillos de arcilla – ladrillera LATER, San Jerónimo - Cusco



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA

LABORATORIO DE MATERIALES DE INGENIERÍA

INFORME DE COCCIÓN A DIFERENTES TEMPERATURAS DE MUETRAS DE LADRILLOS CERAMICOS EN BASE DE ARCILLA ROJA DE LA LOCALIDAD DEL DISTRITO DE MICAELA BASTIDAS, PROVINCIA GRAU – APURÍMAC.

SOLICITANTE: Br. ROSMEL ADOLFO YUPANQUI VIVANCO
Br. FELICIANO TUIRO GOMEZ

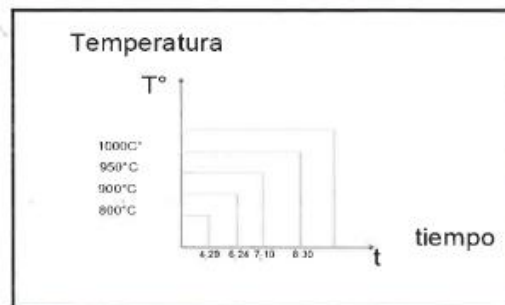
TRABAJO DE TESIS: INCIDENCIA FÍSICO – MECÁNICO PARA LA COMPOSICIÓN DE MEZCLAS EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE MICAELA BASTIDAS, PROVINCIA DE GRAU – APURÍMAC, 2025.

MUESTRAS DE LADRILLOS PARA LA COCCIÓN EN EL HORNO				
TEMPERATURA	800°C	900°C	950°C	1000°C
CANTIDAD	6	6	6	6

INSTITUCIÓN: UNAMBA, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

FECHAS: 21/08/2025 T=800°C
22/08/2025 T=900°C
23/08/2025 T=1000°C
25/08/2025 T=950°C

GRÁFICA TEMPERATURA Y TIEMPO DE COCCIÓN DE LADRILLOS



MÉTODO: CONTROLADO CON PIRÓMETRO Y CRONÓMETRO EN HORNO DE ALTA TEMPERATURA EN LABORATORIO DE MATERIALES DE INGENIERÍA - UNSAAC.

Cusco, 28 de agosto de 2025.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS
LABORATORIO DE MATERIALES DE INGENIERIA
[Firma]
Ing. Adilio Mendigure Sarmiento
DIRECTOR

Figura 71 — Informe de cocción a diferentes temperaturas – Facultad de Ingeniería de Procesos, UNSAAC





LATER
CALIDAD Y RESISTENCIA

RUC: 20607591734

SECTOR TUTAYCAYOQ. AV. TUSCO/NERO
500. SAN SEBASTIAN -CUSCO, PERU
980881692

INFORME DE COCCIÓN DE LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS

Cusco, 04 de septiembre del 2025

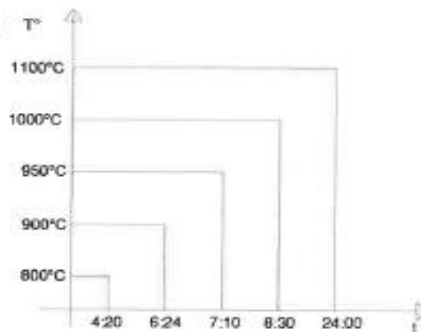
SOLICITANTE: Brs. ROMEL ADOLFO YUPANQUI VIVANCO y FELISIANO TUIRO GÓMEZ
TÍTULO DE TESIS: INCIDENCIA FÍSICO – MECÁNICO PARA LA COMPOSICIÓN DE MEZCLAS EN LA FABRICACION DE LADRILLOS DE ARCILLA Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE MICAELA BASTIDAS, PROVINCIA DE GRAU – APURÍMAC, 2025.
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC - FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
MUESTRA DE LADRILLO

MUESTRA DE LADRILLO PARA LA COCCIÓN EN EL HORNO					
TEMPERATURA	800°C	900°C	950°C	1000°C	1100°C
CANTIDAD	-	-	-	-	20

GRAFICA DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE COCCIÓN DE LADRILLOS

T=1100°C

Temperatura T°



Tiempo

MÉTODO: CONTROLADO CON TERMOCUPLA EN HORNOS SEMI INDUSTRIALES EN LA LADRILLERA LATER – CALIDAD Y ALTA RESITENCIA

CORPORACION LATER S.A.C.
R.U.C. 20607591734
BLGA. ROMAN QUISPE ESPINOZA
GERENTE

Figura 72 — Informe de cocción a temperatura 1100°C ladrillera LATER, San Jerónimo - Cusco



N° DE MUESTRA	ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA	FECHA		LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTURA (mm)	CARGA MÁX. (N)	ÁREA NETA (mm ²)	ÁREA TOTAL (mm ²)	LECTURA (MPa)	PESO (g)	ESFUERZO EN ÁREA TOTAL (kg/cm ²)	ESFUERZO EN ÁREA NETA (kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA										
14	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA 240x130x60	De Fábrica	21/02/2025	228.48	128.00	89.13	236,255	19992.00	26590.00	8,272	3394	82.72	118.17
8	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA 240x130x60	De Fábrica	21/02/2025	228.20	124.90	89.27	237,532	19951.53	26502.18	8,334	3319	83.38	119.05
12	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA 240x130x60	De Fábrica	21/02/2025	287.83	124.80	88.03	304,834	25144.83	35521.18	8,486	3337	84.62	121.23
18	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA 240x130x60	De Fábrica	21/02/2025	228.57	124.96	88.37	259,576	19993.48	26592.11	9,088	3381	90.81	129.83

RESULTADOS DE ENSAYO

RESISTENCIA DE OBRAS VIVAS	130	(kg/cm ²)
RESISTENCIA PROMEDIO (R)	87	(kg/cm ²)
DEVIACIÓN ESTÁNDAR (s)	0.44	(kg/cm ²)
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (R _k)	86.59	(kg/cm ²)
COCIENTE DE VARIACIÓN (%)	0.51	%

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máximo en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN (f _k mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta)
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 0.8	± 0.8	± 0.4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 0.7	± 0.6	± 0.4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 0.5	± 0.4	± 0.3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 0.4	± 0.3	± 0.2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 0.3	± 0.2	± 0.1	2	17.6 (180)
Bloque B ¹	± 0.4	± 0.3	± 0.2	4	4.9 (50)
Bloque B ²	± 0.7	± 0.6	± 0.4	8	2.0 (20)

CONCLUSIÓN: La unidad de albañilería tipo 1/4x1/2x1/4 alcanza una resistencia promedio característica de 86.59 kg/cm².

OBSERVACIONES:

Urb. Tío W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 www.unitestperu.com
 27-1592,1605-R

Ing. Benigno Alvarez Becerra
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN
 GEOTECNIA Y VÍAS TERRESTRES
 CIP N° 184003



1.8. PANEL FOTOGRÁFICO:

1.8.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (800 °C):



Cusco: Urb. Tío W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
 www.unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592,1605-R

Cusco: Urb. Tío W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
 www.unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592,1605-R

Figura 73 — Resultados de ensayos de la resistencia a compresión a T 800 °C

TEMPERATURA (°C)		900											
N° DE MUESTRA	ALBARRERA DE PÓLVOLO COCIDA	FECHA	LARGO	ANCHO	ALTIMA	CIRCUNFERENCIA	ÁREA NETA	ÁREA TOTAL	LECTURA	PESO	ESFUERZO/ÁREA TOTAL	ESFUEZOS/ÁREA NETA	
													MOLDEO
2	UNIDAD ALBARRERA 34013009	De fabrica	2/10/2025	227.40	124.87	88.67	275.025	19876.33	26294.76	9.586	3291	96.86	138.37
8	UNIDAD ALBARRERA 34013009	De fabrica	2/10/2025	228.33	124.73	88.50	295.948	19935.72	26479.90	10.382	3330	1039.38	148.45
11	UNIDAD ALBARRERA 34013009	De fabrica	2/10/2025	227.67	124.80	88.77	311.846	19899.25	26413.22	10.875	3345	1097.54	156.79
47	UNIDAD ALBARRERA 34013009	De fabrica	2/10/2025	228.26	125.00	89.46	323.731	19972.75	26632.80	11.346	3372	1134.80	162.09

RESULTADO ENSAYO			
RESISTENCIA COMPRESIÓN	108		(kg/cm²)
RESISTENCIA TRACCIÓN	108		(kg/cm²)
DEFORMACIÓN ESTIRAMIENTO	5.09		(%)
RESISTENCIA COMPRESIÓN (fuerza)	108.75		(kg/cm²)
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	4.73		(%)

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBARRERA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (tolerancia en mm)			ALABRO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN (f, mínimo en MPa (kg/cm²) sobre área bruta)
	Entre 500 mm y 1000 mm	Entre 1000 mm y 1500 mm	Más de 1500 mm		
Ladrillo I	± 0.5	± 0.5	± 0.4	10	4.9 (200)
Ladrillo II	± 0.5	± 0.5	± 0.4	8	6.9 (270)
Ladrillo III	± 0.5	± 0.4	± 0.3	6	9.3 (360)
Ladrillo IV	± 0.4	± 0.3	± 0.2	4	12.7 (500)
Ladrillo V	± 0.3	± 0.2	± 0.1	2	17.8 (700)
Bloque I	± 0.4	± 0.3	± 0.2	4	4.9 (200)
Bloque II	± 0.3	± 0.2	± 0.1	2	7.2 (285)

Nota: Bloque usado en la construcción de muros portantes.
Nota: Bloque usado en la construcción de muros no portantes.

CONCLUSIÓN: La unidad de albarraera tipo IV cumple con una resistencia promedio característica de **108 kg/cm²**.

OBSERVACIONES:

UR. Tto. Cuzco/Perú (Cultura Preinca) Cuzco - Wanchaq
www.unitestperu.com
DL 987252150 - 943-8988



1.8.2. PANEL FOTOGRAFICO (900 °C):

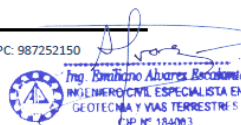


Cusco: Urb. Tto W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150

Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.

www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com

27-1592,1605-R



Cusco: Urb. Tto W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150

Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.

www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com

27-1592,1605-R

Figura 74 — Resultados de ensayos de la resistencia a compresión a T 900 °C

TEMPERATURA °C													
N° DE MUESTRA	ALBAÑILERIA DE ARCILLA COCIDA	960											
		FECHA	LARGO	ANCHO	ALTURA	CVG.MAX.	AREA.NETA	AREA.TOTAL	LECTURA	PEBO	ESFUERZO EN AREA TOTAL	ESFUERZO EN AREA.NETA	
		MOJED	RECTURA	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(mm²)	(mm²)	(Mpa)	(kg)	(kg/mm²)	(kg/mm²)
19	UNIDAD DE ALBAÑILERIA 30X30X60	De Rápida	31/05/2005	228.76	125.00	88.20	503,355	20016.50	28956.00	12.252	3328	322.52	375.03
44	UNIDAD DE ALBAÑILERIA 30X30X60	De Rápida	31/05/2005	227.40	124.47	88.27	357,552	19813.13	28904.48	12.632	3235	3263.23	380.46
20	UNIDAD DE ALBAÑILERIA 30X30X60	De Rápida	31/05/2005	228.12	124.82	88.36	372,620	19991.76	29473.54	13.086	3287	3308.64	386.55
3	UNIDAD DE ALBAÑILERIA 30X30X60	De Rápida	31/05/2005	227.83	124.73	88.30	385,863	19990.80	28420.71	13.073	3285	3357.25	393.89

RESULTADOS DE ENSAYO	
RESISTENCIA DE OBRAS (fc)	130 (kg/cm²)
RESISTENCIA PROMEDIO (f)	131 (kg/cm²)
COEFICIENTE DE ESTIMACION	2.74 (kg/cm²)
RESISTENCIA CARACTERISTICA (fak)	128.70 (kg/cm²)
COEFICIENTE DE VARIACION	2.09 %

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES				
CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (Hasta en porcentaje)			RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (fc, máxima en MPa (kg/cm²) sobre área bruta)
	Hasta 150 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm	
Ladrillo I	+ 0	- 6	+ 4	10
Ladrillo II	+ 3	- 6	+ 4	8
Ladrillo III	+ 5	- 6	+ 3	6
Ladrillo IV	+ 4	+ 3	+ 2	4
Ladrillo V	+ 3	+ 2	+ 1	2
Urequea (U)	+ 5	+ 3	+ 2	4
Bloques NP III	+ 7	- 6	+ 4	8

NOTA: Se debe considerar en la construcción de muros perforados.

CONCLUSION: La unidad de albañilería tipo 30x30x60, cumple con una resistencia promedio característica de 128.70 kg/cm².

OBSERVACIONES:

Urb. Tito Cillo Perú S/13 (altura 30 para el caso) - Wanchaq
www.unitestperu.com
CEL: 982252150 - 943-4988

Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
www.unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
27-1592,1605-R

Ing. Romelino Alvarez Rosales
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
C.R.P. N° 184063

UNITEST - UNIVERSAL TESTING
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

1.8.3. PANEL FOTOGRAFICO (950 °C):



Figura 75 — Resultados de ensayos de la resistencia a compresión a T 950 °C

TEMPERATURA °C		1000											
N° DE MUESTRA	ALBARILERA DE ANILLA CODA	FECHA		LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTURA (mm)	CARGA MÁX. (N)	ÁREA MÁX. (mm²)	ÁREA TOTAL (mm²)	LECTURA (MPa)	PESO (kg)	ESFUERZO EN ÁREA TOTAL (kg/cm²)	ESFUERZO EN ÁREA MÁX. (kg/cm²)
		MOLDEO	ROTURA										
6	UNIDAD DE ALBARILERA 34013QB	De Rotura	27/02/2025	227.83	124.60	88.67	418.425	10671.33	28887.62	14.740	3270	147.40	230.57
43	UNIDAD DE ALBARILERA 34013QB	De Rotura	27/02/2025	228.23	124.73	88.57	420.075	10606.00	29467.13	14.788	3268	147.81	231.26
42	UNIDAD DE ALBARILERA 34013QB	De Rotura	27/02/2025	227.37	124.44	88.86	420.100	10605.70	29293.02	15.190	3205	153.59	236.66

RESUMEN DE RESULTADOS

RESISTENCIA DE COMPRESIÓN	100	(kg/cm²)
RESISTENCIA INDICADA	98	(kg/cm²)
DEVIACIÓN ESTÁNDAR (%)	0.35	(kg/cm²)
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (R _k)	101.61	(kg/cm²)
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	0.33	%

Tabla 1
CLASE DE UNIDAD DE ALBARILERA PARA FINES ESTRUCTURALES

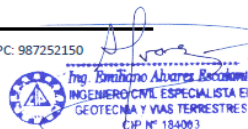
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (milímetros en porcentaje)			ALARGO (milímetros en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN (R _k en MPa según norma vigente)
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Clase I	± 0.5	± 0.5	± 0.5	10	4.8 (35)
Clase II	± 1	± 0.6	± 0.4	8	5.5 (35)
Clase III	± 1.5	± 0.4	± 0.3	6	9.3 (35)
Clase IV	± 2	± 0.3	± 0.2	4	12.7 (35)
Clase V	± 3	± 0.2	± 0.1	2	17.6 (35)
Bloques B ₁	± 4	± 0.3	± 0.2	4	4.8 (35)
Bloques B ₂	± 3	± 0.6	± 0.4	8	7.6 (35)

CONCLUSIÓN: La unidad de albarilera tipo 7/10x10x10 alcanza una resistencia promedio caracterizada de **101.61 kg/cm²**.

OBSERVACIONES:

Urb. Tito Valle Perú S/256 Urbanización Soperland Casco - Híbrido
www.unitestperu.com
DL 987252150 - 94249988

Cusco: Urb. Tito W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
27-1592.1605-R



1.8.4. PANEL FOTOGRAFICO (1000 °C):



Cusco: Urb. Tito W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
27-1592.1605-R

Figura 76 — Resultados de ensayos de la resistencia a compresión a T 1000 °C

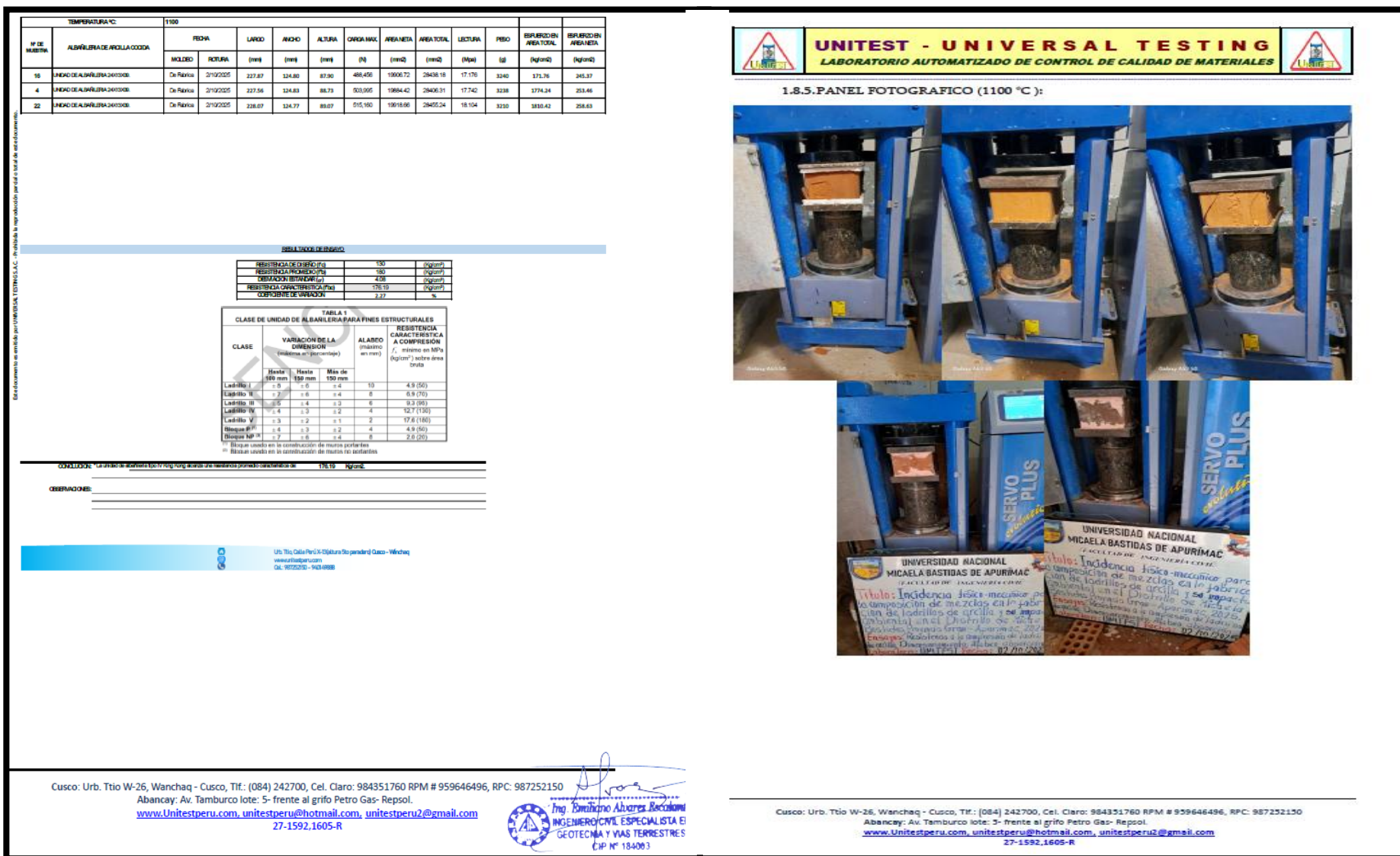


Figura 77 — Resultados de ensayos de la resistencia a compresión a T 1100 °C

UNITEST - UNIVERSAL TESTING
 LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

1.7.3. VARIABILIDAD DIMENSIONAL

REPORTE DE ENSAYO

UNIVERSIDAD NACIONAL MICHAEL BASTIDAS DE APUÑANCO
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y SERVICIO DE LADRELOS DE
 ARCILLA COCIDOS EN ALBAÑILERIA -
 MFP 399-613 (2017)

CÓDIGO: UN-05-010
 VERSIÓN: 1.0
 FECHA: -
 PAGINA: 01

SOLICITADO POR: ROSMEL ADOLFO YUPANQUI VIVANGO Y FELISIANO TURIO GÓMEZ
 OBRA: "INCIDENCIA FÍSICO-MECÁNICA POR LA COMPOSICIÓN DE MEZCLAS EN LA FABRICACIÓN DE LADRILOS DE ARCILLA Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE MICHAEL BASTIDAS, PROVINCIA DE GRAU-APURÍMAC"

UBICACIÓN: GRAU-ABANCAY-APURIMAC
 FECHA: CUSCO, 02 de OCTUBRE 2025.

MATERIAL: ARCILLA COCIDA 24X12.5X09 cm
 CÓDIGO DE MUESTRA: LAB-0027
 FECHA DE ENSAYO: CUSCO, 02 de OCTUBRE 2025.

DATOS GENERALES:
 N° DE REGISTRO: 1592-R N° ENSAYO: 27
 ENSAYADO POR: Tec. Gabriel Meneses
 REVISADO POR: Ing. Emiliano Alvarez E.

REGISTRO DE DATOS:
 ENSAYO VARIABILIDAD DIMENSIONAL

TEMPERATURA 800 °C			
ALBAÑILERIA DE ARCILLA COCIDA	N° DE MUESTRA	Largo (mm)	Medidas
			Ancho (mm)
			Alto (mm)
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09.	14	228.48	125.00
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09.	8	228.20	124.90
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09.	12	287.83	124.80
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09.	18	228.57	124.96

RESULTADOS DE ENSAYO

MEDICIÓN	MP	243.3	124.9	88.9
Dimensión Específica	DE	240	130	90
Variabilidad Dimensional	V%	-1.36%	3.91%	1.19%

TABLA 1
CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_c (mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta)
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 6	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque BPII	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque BPIII	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

I^{II}: Bloque usado en la construcción de muros portantes
 III: Bloque usado en la construcción de muros no portantes

E 070			
Longitudes	Largo	Ancho	Alto
	240	130	90
Tolerancias	Más de 150 mm	Hasta 150 mm	Hasta 100 mm
%	± 0.0%	± 0.0%	± 0.0%
mm	± 4.6 mm	± 3.25 mm	± 3.6 mm
Mín (mm)	235.2	126.1	86.4
Máx (mm)	244.8	133.9	93.6

CONCLUSIÓN: "La unidad de albañilería Kingkong clase IV, CUMPLE con las medidas tolerancias máximas y mínimas.


OBSERVACIONES: "Unidades de albañilería proporcionados por el solicitante.
 "Las interpretaciones realizadas en este informe de ensayo se realizaron según la Norma E.070 ALBAÑILERIA.


Urb. Tño. Calle Perú X Djalma Stopandari Cusco - Wanchaq
 www.unitestperu.com
 Cel: 98725200 - 94049988

Cusco: Urb. Tño W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
 www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592_1605-R

UNITEST - UNIVERSAL TESTING
 LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

1.8.6 PANEL FOTOGRÁFICO (REFRENTADO A 800 °C)

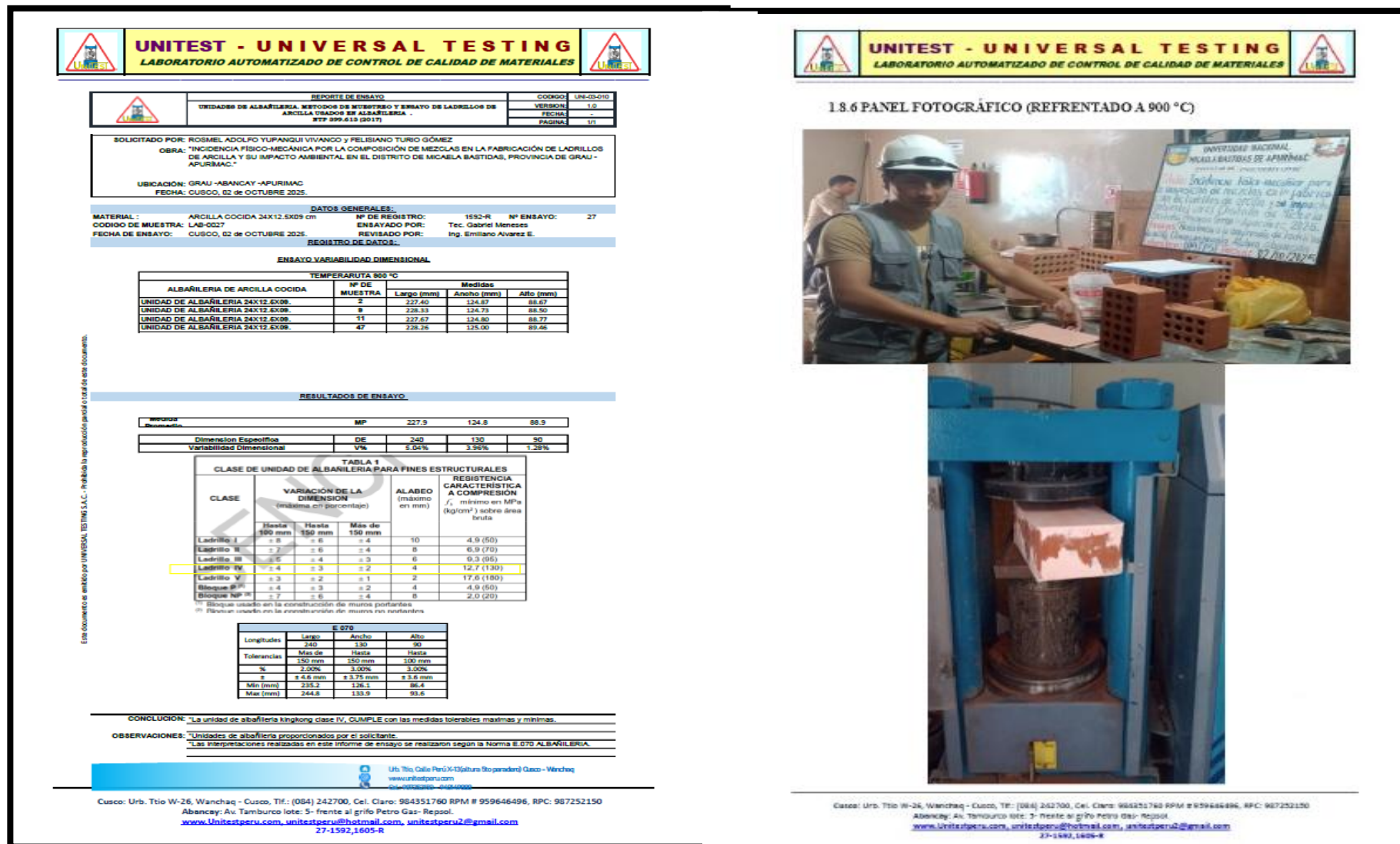




Urb. Tño. Calle Perú X Djalma Stopandari Cusco - Wanchaq
 www.unitestperu.com
 Cel: 98725200 - 94049988

Cusco: Urb. Tño W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
 www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592_1605-R

Figura 78 — Resultados de variación dimensional (refrentado a T 800 °)



UNITEST - UNIVERSAL TESTING
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

	REPORTE DE ENSAYO	CODIGO: UN-03-010
	UNIDADES DE ALBAÑILERIA METODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA COCIDOS EN ALBAÑILERIA - MTF 599.613 (2017)	VERSION: 1.0
		FECHA: -
		PAGINA: 1/1

SOLICITADO POR: ROSMEL ADOLFO YUPANQUI VIVANCO y FELISIANO TURIO GÓMEZ
OBRA: "INCIDENCIA FÍSICO-MECÁNICA POR LA COMPOSICIÓN DE MEZCLAS EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE MICHAELA BASTIDAS, PROVINCIA DE GRAU - APURÍMAC"

UBICACIÓN: GRAU -ABANCAY -APURIMAC
FECHA: CUSCO, 02 de OCTUBRE 2025

DATOS GENERALES:

MATERIAL: ARCILLA COCIDA 24X12.5X09 cm **Nº DE REGISTRO:** 1532-R **Nº ENSAYO:** 27
CODIGO DE MUESTRA: LAB-0027 **ENSAYADO POR:** Tec. Gabriel Meneses
FECHA DE ENSAYO: CUSCO, 02 de OCTUBRE 2025 **REVISADO POR:** Ing. Emiliano Avarez E.

ENSAYO VARIABILIDAD DIMENSIONAL

TEMPERATURA 860 °C		Medidas	
ALBAÑILERIA DE ARCILLA COCIDA	Nº DE MUESTRA	Largo (mm)	Alto (mm)
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09	18	228.74	124.00
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09	44	227.40	124.47
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09	20	228.12	124.82
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09	8	227.53	124.75

RESULTADOS DE ENSAYO

Módulo Resistencia	MP	228.1	124.8	88.4
Dimension Especifica	DE	240	130	90
Variabilidad Dimensional	V%	4.98%	4.03%	1.80%

TABLA 1
CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máximo en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN (f _c mínimo en MPa (kg/cm²) sobre área bruta)
	Hasta 150 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	4.9 (70)
Ladrillo III	± 6	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.0 (180)
Bloque 600	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque 600 T	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

(i) Bloque usado en la construcción de muros portantes
(ii) Bloque usado en la construcción de muros no resistentes

E 070

Longitudes	Largo	Ancho	Alto
		240	130
Tolerancias	Más de 150 mm	Hasta 150 mm	Hasta 100 mm
%	± 2.00%	± 3.00%	± 3.00%
±	± 4.6 mm	± 3.75 mm	± 3.6 mm
Mín (mm)	235.2	126.1	86.4
Máx (mm)	244.8	133.9	93.6

CONCLUSIÓN: "La unidad de albañilería kingkong clase IV, CUMPLE con las medidas tolerables máximas y mínimas.



OBSERVACIONES: "Unidades de albañilería proporcionados por el solicitante.
"Las interpretaciones realizadas en este informe de ensayo se realizaron según la Norma E.070 ALBAÑILERIA.

Urb. Ttio Calle Perú X 136tura (Stopandare) Cusco - Wanchaq
www.unitestperu.com
051-984331760-0987-9000

Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
27-1592, 1605-R

UNITEST - UNIVERSAL TESTING
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

1.8.6 PANEL FOTOGRÁFICO (REFRENTADO A 950 °C)

Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984331760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
27-1592, 1605-R

Figura 80 — Resultados de variación dimensional (refrentado a T 950 °)

UNITEST - UNIVERSAL TESTING
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

REPORTE DE ENSAYO

UNIDADES DE ALBAÑILERIA METODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERIA - WTP 399.413 (2017)	CÓDIGO: UNI-05-010
VERSION: 1.0	FECHA: -
PAGINA: 1/1	

SOLICITADO POR: ROSMEL ADOLFO YUPANQUI VIVANCO Y FELISIANO TURIO GÓMEZ
 OBRA: "INCIDENCIA FÍSICO-MECÁNICA POR LA COMPOSICIÓN DE MEZCLAS EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE MICAELA BASTIDAS, PROVINCIA DE GRAU - APURÍMAC."

UBICACIÓN: GRAU - ABANCAY - APURÍMAC
 FECHA: CUSCO, 02 DE OCTUBRE 2025.

MATERIAL : ARCILLA COCIDA 24X12.5X09 cm
 CODIGO DE MUESTRA: LAB-0027
 FECHA DE ENSAYO: CUSCO, 02 DE OCTUBRE 2025.

DATOS GENERALES:

Nº DE REGISTRO: 1592-R Nº ENSAYO: 27
 ENSAYADO POR: Tec. Gabriel Meneses
 REVISADO POR: Ing. Emiliano Alvarez E.

ENSAYO VARIABILIDAD DIMENSIONAL

TEMPERATURA 1000 °C

ALBAÑILERIA DE ARCILLA COCIDA	Nº DE MUESTRA	Medidas		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09.	8	227.83	124.60	88.67
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09.	48	226.23	124.75	88.57
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09.	40	227.57	124.44	88.86

RESULTADOS DE ENSAYO.

Medida	MP	227.8	124.6	88.7
Dimension Especifica	DE	240	130	90
Variabilidad Dimensional	V%	5.08%	4.16%	1.44%

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES

CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (máximo en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESION f_c mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 150 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 6	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 6	± 4	± 3	6	8.3 (85)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P II	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque N II	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

* Bloque usado en la construcción de muros portantes
 ** Bloque usado en la construcción de muros no resistentes

E 070

Longitudes	Largo	Ancho	Alto
	240	130	90
Tolerancias	Más de 150 mm	Hasta 150 mm	Hasta 100 mm
%	± 2.00%	± 3.00%	± 3.00%
±	± 4.8 mm	± 3.75 mm	± 3.6 mm
Min (mm)	235.2	126.1	86.4
Max (mm)	244.8	133.9	93.6

CONCLUSION: "La unidad de albañilería kingkong clase IV, CUMPLE con las medidas tolerables máximas y mínimas.

OBSERVACIONES: "Unidades de albañilería proporcionados por el solicitante.
 "Las inspecciones realizadas en este informe de ensayo se realizaron según la Norma E.070 ALBAÑILERIA.

Urb. Tito Calle Perú X-13 (altura Stopandare) Cusco - Wanchaq
 www.unitestperu.com
 tel: +51 054 242700

Cusco: Urb. Tito W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (054) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
 www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592,1605-R

UNITEST - UNIVERSAL TESTING
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

5.6 PANEL FOTOGRÁFICO (REFRENTADO A 1000 °C)

Cusco: Urb. Tito W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (054) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
 www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592,1605-R

Figura 81 — Resultados de variación dimensional (refrentado a T 1000 °)

UNITEST - UNIVERSAL TESTING

LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

REPORTE DE ENSAYO

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. MÉTODO DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA COCIDOS EN ALBAÑILERÍA .

WTF 009-619 (2017)

CÓDIGO: UNI-05-010

VERSION: 1.0

FECHA: -

PÁGINA: 1/2

SOLICITADO POR: ROSMEL ADOLFO YUPANQUI VIVANCO Y FELISIANO TURIO GOMEZ

OBRA: "INCIDENCIA FÍSICO-MECÁNICA POR LA COMPOSICIÓN DE MEZCLAS EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE MICHAEL BASTIDAS, PROVINCIA DE GRAU - APURÍMAC."

UBICACIÓN: GRAU - ABANCAY - APURÍMAC

FECHA: CUSCO, 02 de OCTUBRE 2023.

DATOS GENERALES:

MATERIAL : ARCILLA COCIDA 24X12.5X09 cm N° DE REGISTRO: 1592-R N° ENSAYO: 27

CÓDIGO DE MUESTRA: LAB-0027 ENSAYADO POR: Tec. Gabriel Meneses

FECHA DE ENSAYO: CUSCO, 02 de OCTUBRE 2023 REVISADO POR: Ing. Emiliano Alvarez E.

REGISTRO DE DATOS:

ENSAYO VARIABILIDAD DIMENSIONAL

TEMPERATURA 1100 °C

ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA	N° DE MUESTRA	Medidas		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA 24X12.5X09.	18	227.87	124.80	87.90
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA 24X12.5X09.	4	227.56	124.83	88.73
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA 24X12.5X09.	22	228.07	124.77	89.07

RESULTADOS DE ENSAYO

	MP	227.8	124.8	88.6
Dimension Especifica	DE	240	130	90
Variabilidad Dimensional	V%	5.07%	4.00%	1.69%

TABLA 1

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_c mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta				
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 0	± 0	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 0	± 0	± 4	9	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.8 (180)
Bloque 6P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes.

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes.

E 070			
Longitud	Largo	Ancho	Alto
	240	130	90
Tolerancias	Más de 150 mm	Hasta 150 mm	Hasta 100 mm
%	2.00%	3.00%	3.00%
Z	± 4.8 mm	± 3.75 mm	± 2.6 mm
Min (mm)	235.2	126.1	86.4
Max (mm)	244.8	133.9	93.6

CONCLUSIÓN: "La unidad de albañilería kingkong clase IV, CUMPLE con las medidas tolerables máximas y mínimas.

OBSERVACIONES: "Unidades de albañilería proporcionados por el solicitante.

"Las interpretaciones realizadas en este informe de ensayo se realizaron según la Norma E.070 ALBAÑILERÍA.

Urb. Tío W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150

Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.




www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com

27-1592,1605-R

UNITEST - UNIVERSAL TESTING

LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

1.5.6 PANEL FOTOGRÁFICO (REFRENTADO A 1100 °C)

Cusco: Urb. Tío W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150

Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.

www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com

27-1592,1605-R

Figura 82 — Resultados de variación dimensional (refrentado a T 1100 °)

UNITEST - UNIVERSAL TESTING
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

REPORTE DE ENSAYO

UNIDAD DE ALBAÑILERIA: METODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA
UNIDAD DE ALBAÑILERIA -
 WFP 994.613 (2017)

CODIGO: UN-03-010
 VERSION: 1.0
 FECHA: --
 PAGINA: 01

SOLICITADO POR: ROSMEL ADOLFO YUPANQUI VIVANCO Y FELISIANO TURIO GÓMEZ
 OBRA: "INCIDENCIA FÍSICO-MECÁNICA POR LA COMPOSICIÓN DE MEZCLAS EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE MICHAELA BASTIDAS, PROVINCIA DE GRAU - APURÍMAC"

UBICACIÓN: GRAU - ABANCAY - APURÍMAC
 FECHA: CUSCO, 02 de OCTUBRE 2025

DATOS GENERALES:

MATERIAL: ARCILLA COCIDA 24X12.5X09 cm N° DE REGISTRO: 1592-R N° ENSAYO: 27
 CODIGO DE MUESTRA: LAB-0027 ENSAYADO POR: Tto. Gabriel Meneses
 FECHA DE ENSAYO: CUSCO, 02 de OCTUBRE 2025. REVISADO POR: Ing. Emiliano Alvarez E.

ENSAYO VARIABILIDAD DIMENSIONAL

PRUEBA REFRENTADO

UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE ARCILLA COCIDA	N° DE MUESTRA	Medidas		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09. (800 °C)	5	228.43	124.86	89.1
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09. (900 °C)	21	228.7	124.93	89.03
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09. (950 °C)	40	228.6	124.3	87.56
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09. (1000 °C)	41	227.7	124.23	87.97
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09. (1000 °C)	1	227.84	124.49	88.06
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09. (1100 °C)	24	227.9	124.93	88.73
UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X12.5X09. (1100 °C)	45	227.6	124.57	89.03

RESULTADOS DE ENSAYO

	MP	228.1	124.7	88.5
Dimension Especifica	DE	240	130	90
Variabilidad Dimensional	V%	4.95%	4.08%	1.67%

CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (máximo en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f _c (mínimo en MPa (kg/cm ²)) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
	Ladrillo I	± 6	± 6		
Ladrillo II	± 5	± 6	± 4	0	6.9 (70)
Ladrillo III	± 6	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque B ¹	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP ¹	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

1) Bloque usado en la construcción de muros portantes
 2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

E-070			
Longitudes	Largo	Ancho	Alto
	240	130	90
Tolerancias	Max de 350 mm	Hasta 350 mm	Hasta 300 mm
%	± 0.06	± 0.06	± 0.06
±	± 4.6 mm	± 3.75 mm	± 3.6 mm
Min (mm)	235.2	126.3	86.4
Max (mm)	244.8	133.9	93.6

CONCLUSION: "La unidad de albañilería Kingkong clase IV, CUMPLE con las medidas tolerables máximas y mínimas"

OBSERVACIONES: "Unidades de albañilería proporcionados por el solicitante.
 "Las interpretaciones realizadas en este informe de ensayo se realizaron según la Norma E-070 ALBAÑILERIA"

Urb. Ttio Olla Perú X-13 (Estrada Bopandari) Cusco - Wanchaq
 www.unitestperu.com
 Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
 www.unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592,1605-R

UNITEST - UNIVERSAL TESTING
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

1.8.6. PANEL FOTOGRAFICO (REFRENTADO):

Urb. Ttio Olla Perú X-13 (Estrada Bopandari) Cusco - Wanchaq
 www.unitestperu.com
 Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
 www.unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592,1605-R

Figura 83 — Resultados de ensayo (refrentado a T 800, 900, 950, 1000 Y 1100 °)

N° DE MUESTRA	TEMPERATURA	ELEMENTO / ESTRUCTURAL	CONVEXO		CONCAVO	
			SUPERFICIES	BORDES	SUPERFICIES	BORDES
			PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO
5	950°C	UNIDAD DE ALBANILERIA 24X13X09.	0.06	0.015	1	0.15
4	950°C	UNIDAD DE ALBANILERIA 24X13X09.	0.1	0.08	0.65	1.3
10	900°C	UNIDAD DE ALBANILERIA 24X13X09.	0.3	0.75	1.27	2
16	900°C	UNIDAD DE ALBANILERIA 24X13X09.	0.03	0.34	0.67	0.33
2	1000°C	UNIDAD DE ALBANILERIA 24X13X09.	0.2	0.15	0.75	1.75
3	1000°C	UNIDAD DE ALBANILERIA 24X13X09.	0.15	0.75	1.15	1.28
12	800°C	UNIDAD DE ALBANILERIA 24X13X09.	0.14	0.45	0.6	0.32
13	800°C	UNIDAD DE ALBANILERIA 24X13X09.	0.17	0.5	0.5	0.55
44	1100°C	UNIDAD DE ALBANILERIA 24X13X09.	0.14	0.1	0.42	1.27
41	1100°C	UNIDAD DE ALBANILERIA 24X13X09.	0.06	0.13	0.5	1.3

RESULTADOS DE ENSAYO

PROMEDIO DE VALORES DE ALABEO	PROMEDIO SUPERFICIES	0.75	mm
	PROMEDIO DE BORDES	1.03	mm

CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION f_c mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 6	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

⁽¹⁾ Bloque usado en la construcción de muros portantes
⁽²⁾ Bloque usado en la construcción de muros no portantes

CONCLUSION: La unidad de albanilería Kinglong clase IV, alcanza alabeo de borde (0.14mm) y de superficie (0.20mm), CUMPLE con el alabeo máximo de 4 mm.
 OBSERVACIONES: Unidades de albanilería proporcionados por el solicitante.
 Las interpretaciones realizadas en este informe de ensayo se realizaron según la Norma E.070 ALBANILERIA.

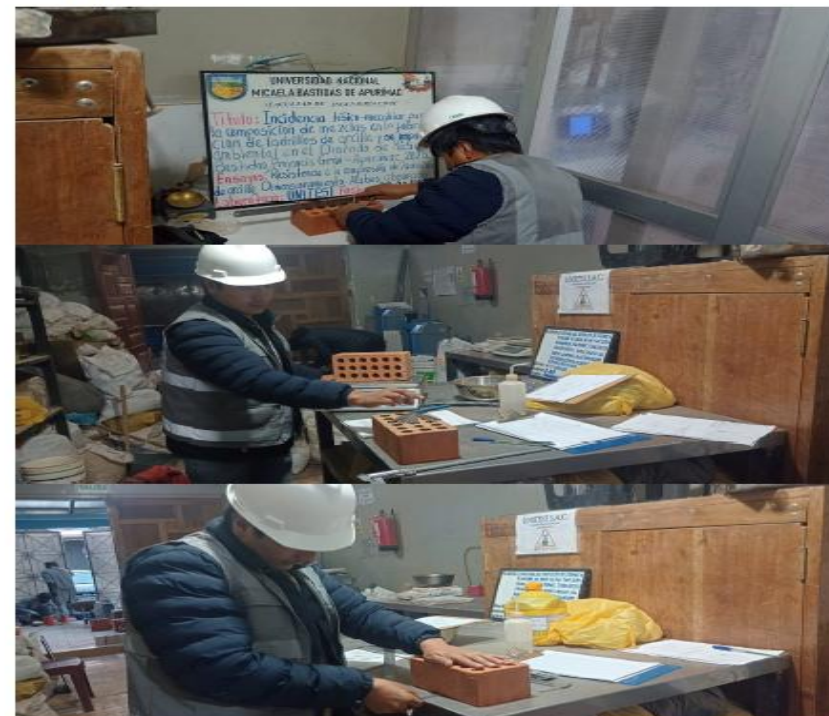
Urb. Tito, Calle Perú X-13 (altura Sto paradero) Cusco - Wanchaq
 www.unitestperu.com
 Cel.: 987252150 - 940149888

Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
www.unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592,1605-R

Ing. Emiliano Alvarez Becalana
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
 CIP N° 184083



1.8.7. ALABEO:



Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
www.unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592,1605-R

Figura 84 — Resultados de ensayo de alabeo

ENSAYO DE ABSORCIÓN


N° DE MUESTRA	ELEMENTO / ESTRUCTURAL	MASA SECA	MASA SATURADA 5 HRS	MASA SATURADA 24 HRS	ABSORCIÓN	COEFICIENTE DE SATURACIÓN
		g	g	g	%	%
17	UNIDAD DE ALBANILERIA 24X13X09.	3373.00	3765.00	3790.00	12.4	0.94
48	UNIDAD DE ALBANILERIA 24X13X09.	3267.00	3673.00	3703.00	13.3	0.93

RESULTADOS DE ENSAYO


PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LADRILLO	12.9	%
COEFICIENTE DE SATURACIÓN	0.94	%

CONCLUSIÓN: La unidad de albanilería kinkong alcanza un porcentaje de absorción de: **12.9 %**
 CUMPLE con la absorción de ladrillo < 22%


OBSERVACIONES: * Unidades de albanilería proporcionados por el solicitante.
 * Norma comparativa E070 ALBANILERIA




UNITEST - UNIVERSAL TESTING
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES



1.8.8. ABSORCIÓN:





Este documento es emitido por UNIVERSAL TESTING S.A.C. - Prohibida la reproducción parcial o total de este documento.

Urb. Ttio, Calle Perú X-13 (altura 5to paradero) Cusco - Wanchaq
 www.unitestperu.com
 Cel.: 987252150 - 940149888

Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592,1605-R

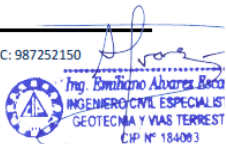



Figura 85 — Resultados de ensayo de absorción


ENSAYO DE EFLORESCENCIA

Nº	ELEMENTO/ ESTRUCTURAL	EXAMEN Y CLASIFICACION
1	UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X13X09.	NO EFLORESCENTE
2	UNIDAD DE ALBAÑILERIA 24X13X09.	NO EFLORESCENTE


OBSERVACIONES: Unidades de albañilería proporcionados por el solicitante.



1.8.9. EFLORESCENCIA:



Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592,1605-R



Ing. Benigno Alvarez Bocanegra
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
 CIP N° 184083

Figura 86 — Resultados de ensayo de eflorescencia

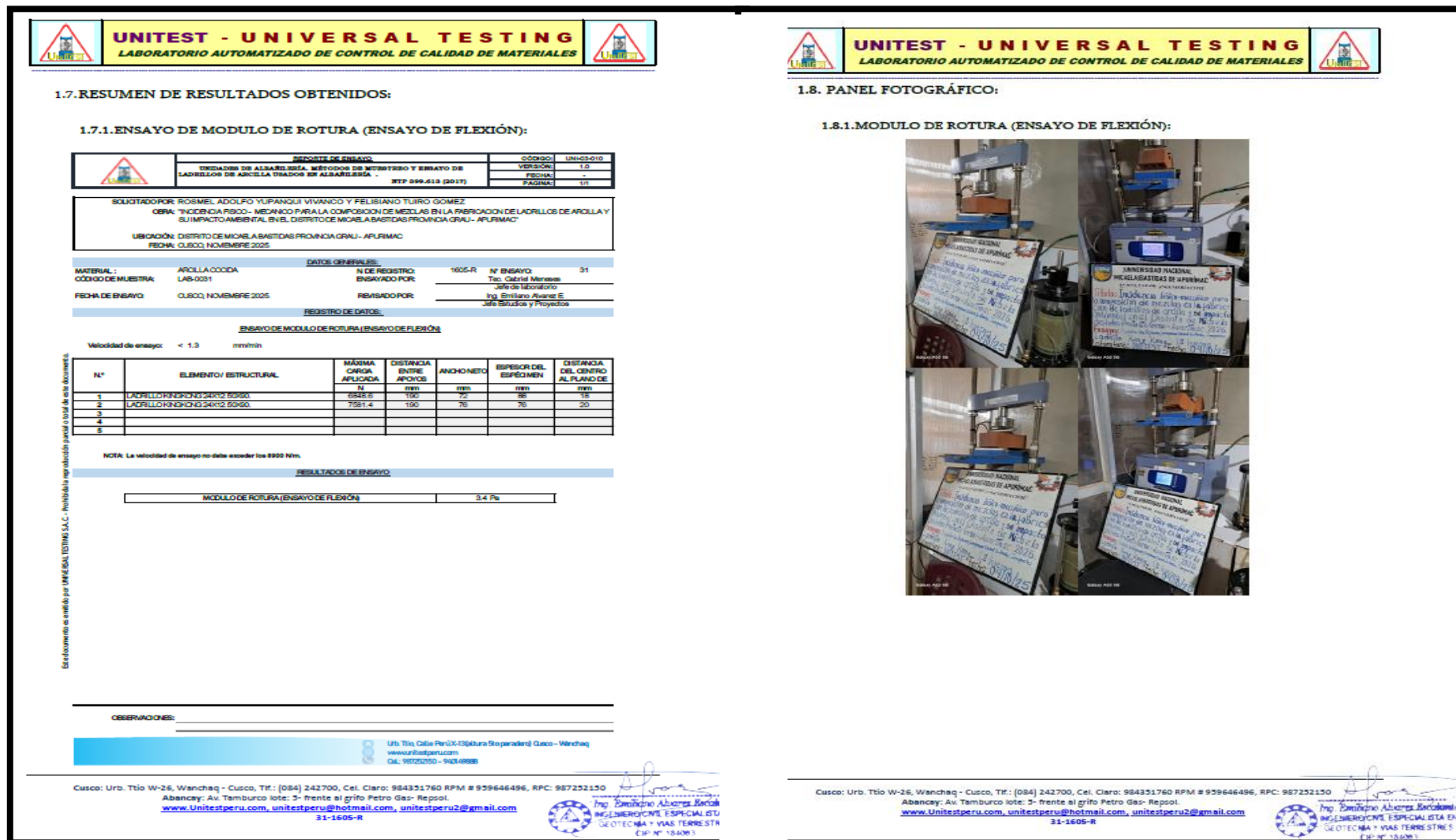


Figura 87 — Resultados de ensayo de flexión

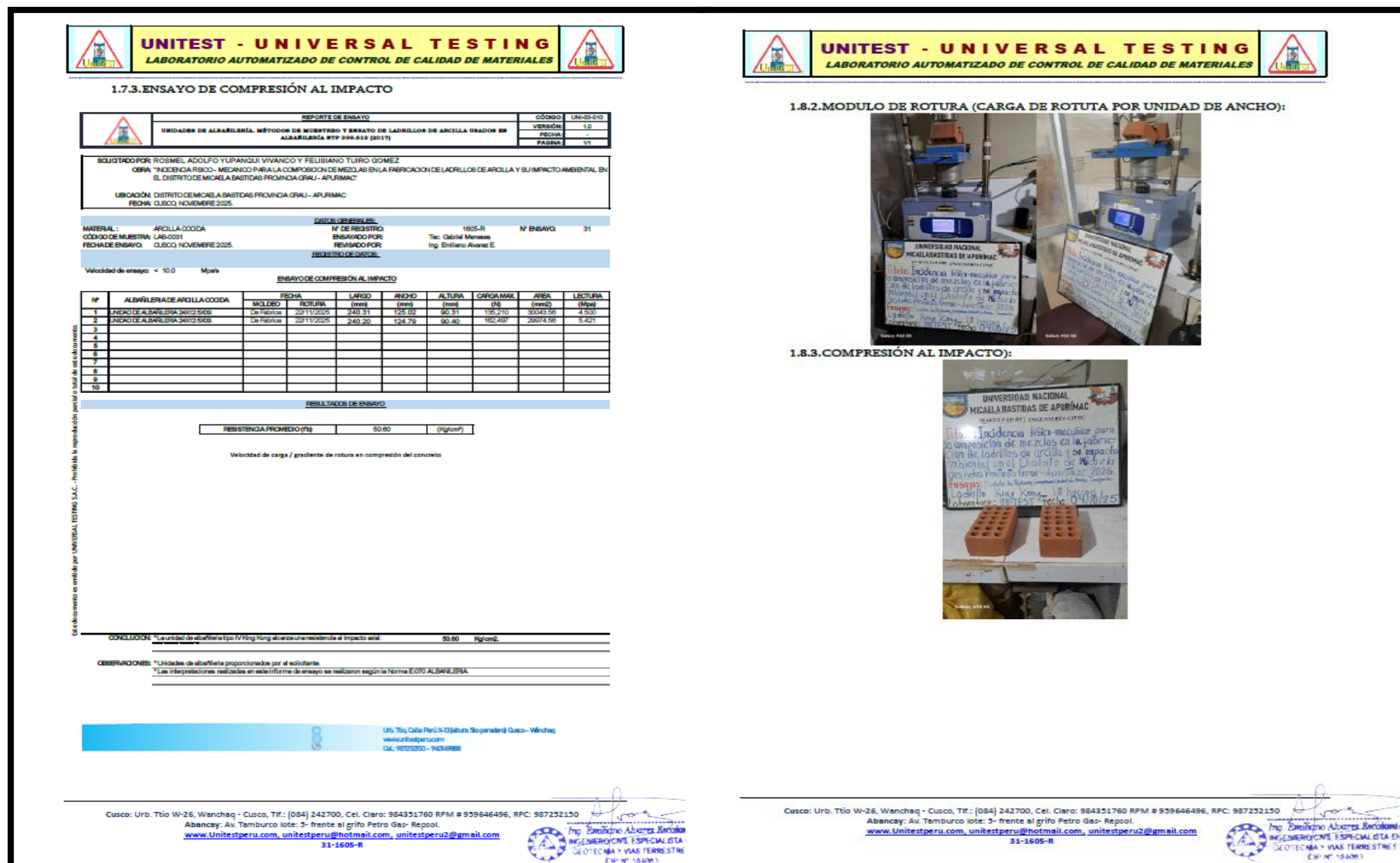


Figura 88 — Resultados de ensayo de compresión al impacto

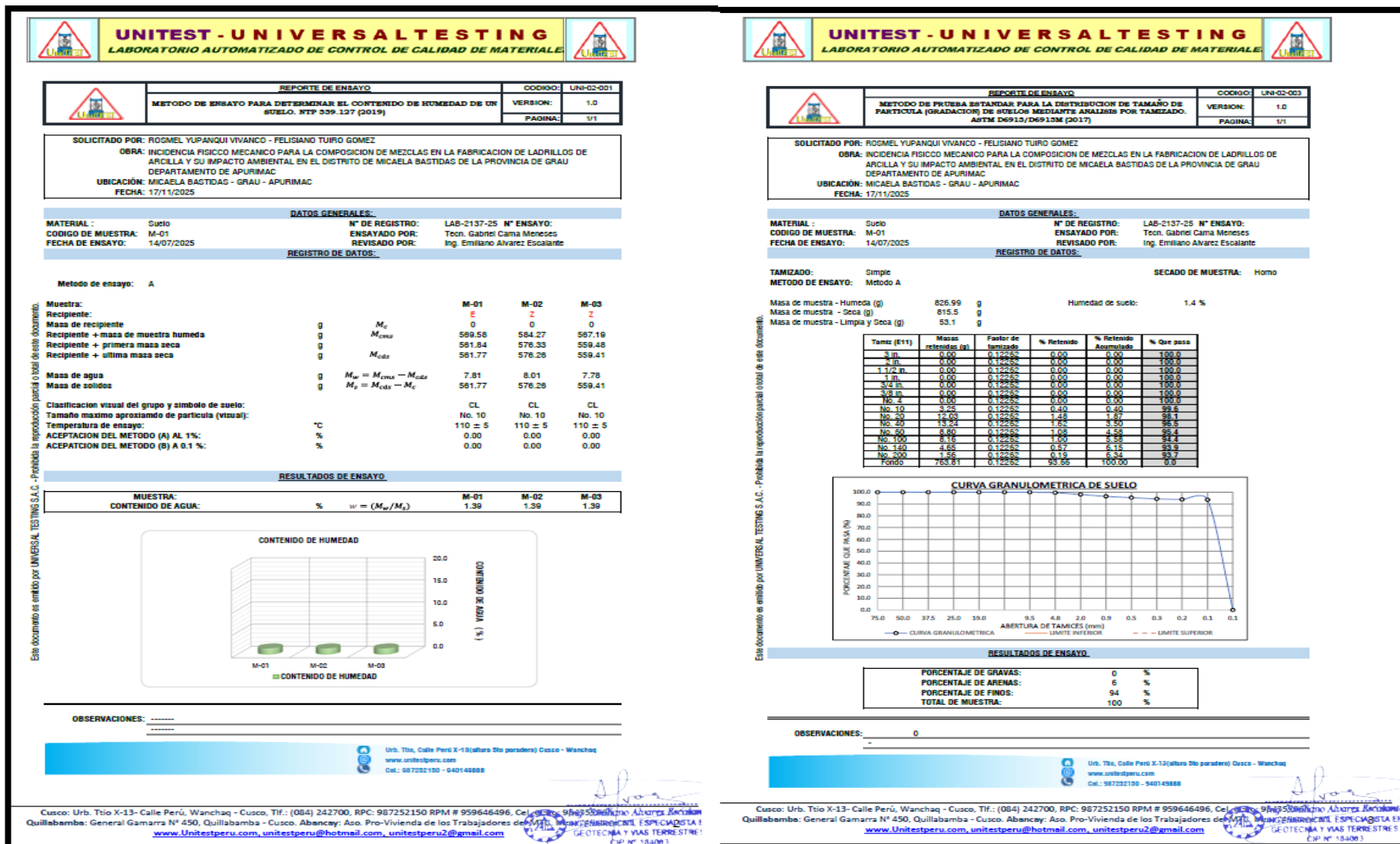


Figura 89 — Resultados de granulometría (parte 1)

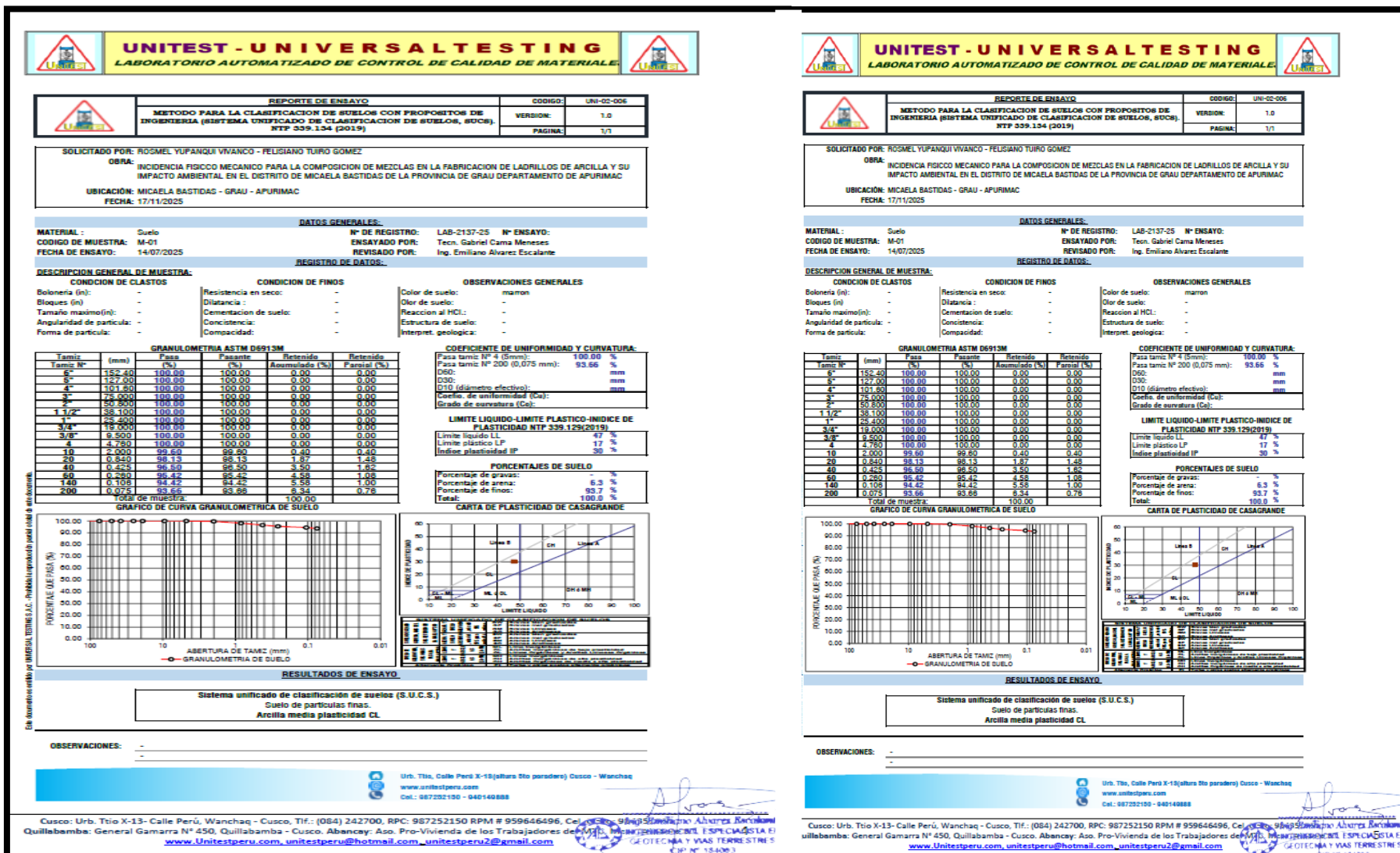


Figura 90 — Resultados de granulometría (parte 2)

 *Laboratorio de calibración con sistema de gestión que cumple los requisitos de la ISO/IEC 17025:2017*

Certificado de Calibración

TC-07343-2025

Proforma : 03260 Fecha de emisión: 2025-04-12

Solicitante : UNITEST S.A.C.
Dirección : CAL PERU MZA. X LOTE. 13 URB. TTIC CUSCO-CUSCO-WANCHAQ

Instrumento de medición : PRENSA HIDRÁULICA
Marca : MASTEST
Modelo : YMC109NC
N° de Serie : YMC109NC/AB/0172
Intervalo de Indicación : 0 kN a 1500 kN
Resolución : 0.01 kN
Identificación : No indica
Clase de Exactitud : 1
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2025-04-10

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Lugar de calibración
Instalaciones de UNITEST S.A.C.

Método de calibración
Según la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018 "Materiales metálicos Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción-compresión. Calibración y verificación del sistema de medida de fuerza".

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recibir sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.


Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

POC-16441 / Enero 2024 / Rev. 03 Página : 1 de 3

 Av. Simón Bolívar 1619 Pueblo Libre - Lima ☎ 090089689 📧 info@testcontrol.com.pe


Empresa con responsabilidad social, que acerca la ciencia a los que comparten nuestra pasión por la metrología.

Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
27-1592,1605-R


Ing. Emilio Alvarez Becakovic
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
(CIP N° 18408)

Figura 91 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 1)






Laboratorio de calibración con sistema de gestión
que cumple los requisitos de la ISO/IEC 17025:2017

Certificado de Calibración
TC-07343-2025

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración	Certificado de Calibración
Patrón de Referencia del Yante Jajaja Instrument CC.,LTD	Celda de Carga con Indicador 0 kN a 2 000 kN	34110702	

Resultados de medición

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura Ambiental	19,8 °C	19,2 °C


Dirección de carga: Compresión

Indicación de fuerza de máquina de ensayo		Indicación del patrón de medición				Error de medición (kN)
		1ra Serie Ascenso (kN)	2da Serie Ascenso (kN)	3ra Serie Ascenso (kN)	Promedio (kN)	
0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
20	100	100,0	100,0	100,0	100,0	0,02
30	200	200,0	200,0	200,0	200,0	-0,03
40	300	300,0	300,0	300,0	300,0	0,03
50	400	400,1	400,0	400,0	400,0	-0,02
60	500	500,1	500,0	500,0	500,0	-0,01
70	600	600,0	599,9	599,9	599,9	0,06
75	700	700,1	699,9	699,9	700,0	0,03
80	800	800,1	799,9	800,0	800,0	0,01
90	1000	1000,2	999,9	999,9	1000,0	0,00
100	1200	1200,3	1199,8	1199,8	1200,0	0,01

Valor nominal		Errores de medición relativos en %			Incertidumbre de medición relativa (k=2)
		Indicación g	Repetibilidad b	Resolución relativa a	
(%)	(kN)	(%)	(%)	(%)	(%)
20	100	0,02	0,02	0,01	0,40
30	200	-0,01	0,01	0,01	0,40
40	300	0,01	0,01	0,00	0,40
50	400	-0,01	0,01	0,00	0,40
60	500	0,00	0,02	0,00	0,40
70	600	0,01	0,03	0,00	0,40
75	700	0,00	0,03	0,00	0,40
80	800	0,00	0,03	0,00	0,40
90	1000	0,00	0,04	0,00	0,40
100	1200	0,00	0,04	0,00	0,40
Error relativo de cero t_0		0,00			

PGC-16-41 / enero 2024 / Rev. 03


Página 2 de 3



Av. Simón Bolívar 1619 Pueblo Libre - Lima ☎ 990089889 ✉ informes@testcontrol.com.pe

Empresa con responsabilidad social, que acerca la ciencia a los que comparten nuestra pasión por la metrología.


Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592,1605-R



Ing. Benigno Alvarez Becakumi
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
CIP N° 184081

Figura 92 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 2)






Laboratorio de calibración con sistema de gestión
que cumple los requisitos de la ISO/IEC 17025:2017

Certificado de Calibración
TC-07343-2026

Clase de la escala de máquina	Valor máximo permitido en % según ISO 1560-1			
	Indicación	Repetibilidad	Resolución relativa	Cero
	a (%)	b (%)	a (%)	t ₀ (%)
0,5	± 0,5	0,5	± 0,25	± 0,00
1	± 1	1	± 0,5	± 0,1
2	± 2	2	± 1	± 0,2
3	± 3	3	± 1,5	± 0,3

Incertidumbre
La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Observaciones
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.




*** FIN DEL DOCUMENTO ***

TEST & CONTROL

PGC-16-r41 / enero 2024 / Rev. 03



Página : 3 de 3



Av. Simón Bolívar 1619 Pueblo Libre - Lima ☎ 99009889 📧 informes@testcontrol.com.pe

Empresa con responsabilidad social, que acerca la ciencia a los que comparten nuestra pasión por la metrología.

Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco late: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592,1605-R

Ing. Emigilio Alvarez Becakami
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
 C.I.P. N° 184083

Figura 93 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 3)



 *Laboratorio de calibración con sistema de gestión que cumple los requisitos de la ISO/IEC 17025:2017*

Certificado de Calibración

TC-07350-2025

Proforma : 04082 Fecha de emisión: 2025-04-16

Solicitante : UNITEST S.A.C.
Dirección : CAL.PERU MZA. X LOTE. 13 URB. TTIOCUSCO-CUSCO-WANCHAQ

Instrumento de medición : **PRESA HIDRÁULICA**
Marca : MASTEST
Modelo : YIMC109NC
N° de Serie : YIMC109NC/AB/0178
Intervalo de Indicación : 0 kN a 1500 kN
Resolución : 0,01 kN
Identificación : No indica
Clase de Exactitud : 1
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2025-04-10

Lugar de calibración
Instalaciones de UNITEST S.A.C.

Método de calibración
Según la norma UNE-EN ISO 7500-1 2018 "Materiales metálicos Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Calibración y verificación del sistema de medida de fuerza".

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.




TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

PGC-16-r41 / enero 2024 / Rev. 03 Página : 1 de 3

Av. Simón Bolívar 1619 Pueblo Libre - Lima ☎ 990089889 ✉ informes@testcontrol.com.pe

Empresa con responsabilidad social, que acerca la ciencia a los que comparten nuestra pasión por la metrología.

Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
27-1592,1605-R




Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316




Ing. Benigno Alvarez Rocaforte
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES S
CIP N° 184083

Figura 94 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 4)






*Laboratorio de calibración con sistema de gestión
que cumple los requisitos de la ISO/IEC 17025:2017*

Certificado de Calibración
TC-07350-2025

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración	Certificado de Calibración
Patrón de Referencia del Yantai Jiája Instrument CO.,LTD	Celdas de Carga con Indicador 0 kN a 2 000 kN	25LX818386651 Marzo 2025	

Resultados de medición

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura Ambiental	19,0 °C	18,7 °C


Dirección de carga: Compresión

Indicación de fuerza de máquina de ensayo	Indicación del patrón de medición				Promedio	Error de medición
	1ra Serie Ascenso	2da Serie Ascenso	3ra Serie Ascenso			
(%)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
8	100	100,0	100,0	100,0	100,0	0,03
17	200	200,0	200,0	200,0	200,0	0,02
25	300	300,0	300,0	300,0	300,0	-0,01
33	400	400,1	400,0	400,0	400,0	0,00
42	500	500,1	499,9	500,0	500,0	0,00
50	600	600,1	600,0	600,0	600,0	-0,03
58	700	700,2	699,9	700,0	700,0	-0,05
67	800	800,1	799,9	799,9	800,0	0,04
83	1000	1000,1	999,7	999,7	999,8	0,18
100	1200	1200,1	1199,5	1199,5	1199,7	0,31

Valor nominal	Errores de medición relativos en %			Incertidumbre de medición relativa (k=2)	
	Indicación	Repetibilidad	Resolución relativa		
(%)	(kN)	a (%)	b (%)	a (%)	(%)
8	100	0,03	0,03	0,01	0,52
17	200	0,01	0,03	0,01	0,52
25	300	0,00	0,02	0,00	0,52
33	400	0,00	0,02	0,00	0,53
42	500	0,00	0,03	0,00	0,53
50	600	-0,01	0,02	0,00	0,53
58	700	-0,01	0,03	0,00	0,53
67	800	0,00	0,03	0,00	0,53
83	1000	0,02	0,04	0,00	0,53
100	1200	0,03	0,05	0,00	0,53
Error relativo de cero f ₀		0,00			

PGC-16+41 / enero 2024 / Rev. 03

Página : 2 de 3



Av. Simón Bolívar 1619 Pueblo Libre - Lima ☎ 990089889 ✉ informes@testcontrol.com.pe


Empresa con responsabilidad social, que acerca la ciencia a los que comparten nuestra pasión por la metrología.

Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150

Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.

www.unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com


27-1592,1605-R



Ing. Evaristo Alvarez Becakomi
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES S
CIP Nº 184083

Figura 95 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 5)






Laboratorio de calibración con sistema de gestión
que cumple los requisitos de la **ISO/IEC 17025:2017**

Certificado de Calibración
TC-07350-2025

Clase de la escala de máquina	Valor máximo permitido en % Según ISO 7500-1			
	Indicación	Repetibilidad	Resolución relativa	Cero
	q (%)	b (%)	a (%)	f ₀ (%)
0,5	±0,5	0,5	± 0,25	± 0,05
1	± 1	1	± 0,5	± 0,1
2	± 2	2	± 1	± 0,2
3	± 3	3	± 1,5	± 0,3

Incertidumbre
La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Observaciones
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.




*** FIN DEL DOCUMENTO ***

TEST & CONTROL



PGC-16-r41 / enero 2024 / Rev. 03

Página : 3 de 3



Av. Simón Bolívar 1619 Pueblo Libre - Lima | 990089889 | informes@testcontrol.com.pe
Empresa con responsabilidad social, que acerca la ciencia a los que comparten nuestra pasión por la metrología.

Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592,1605-R

Ing. Román Alvaréz Becakamit
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN
 GEOTECNIA Y VÍAS TERRESTRES
 CIP N° 184083

Figura 96 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 6)





TEST & CONTROL

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



INACAL
I.R. - Peru
Laboratorio de Calibración
Acreditado
Registro N° LC - 016

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC-11193-2025

PROFORMA : 03260

SOLICITANTE : UNITEST S.A.C.
Dirección : CAL.PERU MZA. X LOTE. 13 URB. TT10 CUSCO-CUSCO-WANCHAQ

Fecha de emisión: 2025-04-21



INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PIE DE REY

Tipo : Digital

Marca : SHAHE

Modelo : No Indica

N° de Serie : WD2207A01704

Intervalo de Indicación : 0 mm a 300 mm

División de Escala : 0,01 mm

Procedencia : China

Identificación : No Indica

Fecha de Calibración : 2025 - 04 - 21

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realiza por comparación directa con nuestro bloques patrón según procedimiento PC - 012 " Procedimiento de calibración de pie de rey". Quinta Edición - Agosto 2012. INM - INDECOPI

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,7 °C	20,8 °C
Humedad Relativa	48,2 %	49,1 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r05/Febrero 2024/Rev.05 Página: 1 de 4

Av. Simón Bolívar 1619 Pueblo Libre - Lima | 99009889 | informes@testcontrol.com.pe

Empresa con responsabilidad social, que acerca la ciencia a los que comparten nuestra pasión por la metrología.

Cusco: Urb. Tío W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150

Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.

www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com


27-1592,1605-R



Ing. Romelino Alvarez Becalame
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VÍAS TERRESTRES


Figura 97 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 7)





TEST & CONTROL






LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



INACAL
I.A. - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado
Registro N.º LC - 016

Certificado : TC-11193-2025

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración	QR
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 0,5 mm a 100 mm Grado 0	LLA-C-080-2024 Septiembre 2024	
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 200 mm Grado 0	LLA - 258 - 2024 Mayo 2024	
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 300 mm Grado 0	LLA - 259 - 2024 Mayo 2024	
Comparador Horizontal Incidencia de 0,2 µm + 0,78 µm/m DM-INACAL	Varilla Cilíndrica 10 mm	LLA - 244 - 2024 Mayo 2024	
Máquina de Medición por Coordenadas DM-INACAL	Anillo Patrón 5 mm	LLA - 254 - 2024 Mayo 2024	

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Error de referencia inicial (I) = 0 µm

Error de indicación del pie de rey para medición de exteriores


Valor Patrón (mm)	Promedio de la indicación del Pie de Rey (mm)	Error (µm)
50,000	50,010	10
100,000	100,010	10
150,000	150,020	20
200,000	200,020	20
300,000	300,020	20

Error de contacto superficie parcial (E)

Valor Patrón (mm)	Error (µm)
300,000	0

POC-16-05/Febrero 2024/Rev.05

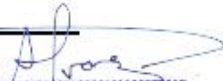

Página: 2 de 4



Av. Simón Bolívar 1619 Pueblo Libre - Lima ☎ 990089889 📧 informes@testcontrol.com.pe

*Empresa con **responsabilidad social**, que acerca la ciencia a los que comparten nuestra **pasión por la metrología.***


Cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150
 Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com
 27-1592,1605-R

Ing. Emérito Alvarez Becaković
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
CIP N° 184083


Figura 98 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 8)





TEST & CONTROL

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



INACAL
DA - Perú
Organismo de Acreditación

Certificado : TC-11193-2025

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Error de repetibilidad (R)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
300,000	0

Error de cambio de escala de exteriores a interiores (SE_i)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (SE_p)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	±0

Error de contacto lineal (L)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error de contacto de superficie completa (J)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error debido a la distancia de cruce de las superficies de medición para medición de interiores (K)

Valor Patrón (mm)	Error (μm)
5,000	0

Incertidumbre de Medición : $(8,19^2 + 0,01^2 \times L^2)^{1/2} \mu\text{m}$
L: Indicación del pie de rey expresado en milímetros (mm)

Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores e interiores (SE-I).
Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (SE-P).
Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permitido de ± 30 μm, según norma DIN 862.

PGC-16-r05/Febrero 2021/Rev.05
Página: 3 de 4

Av. Simón Bolívar 1619 Pueblo Libre - Lima ☎ 990089889 ✉ informes@testcontrol.com.pe

Empresa con responsabilidad social, que acerca la ciencia a los que comparten nuestra pasión por la metrología.

cusco: Urb. Ttio W-26, Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, Cel. Claro: 984351760 RPM # 959646496, RPC: 987252150

Abancay: Av. Tamburco lote: 5- frente al grifo Petro Gas- Repsol.

www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com

27-1592,1605-R

Ing. Evaristo Alvarez Becakowski
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
(CIP N° 18408)

Figura 99 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 9)



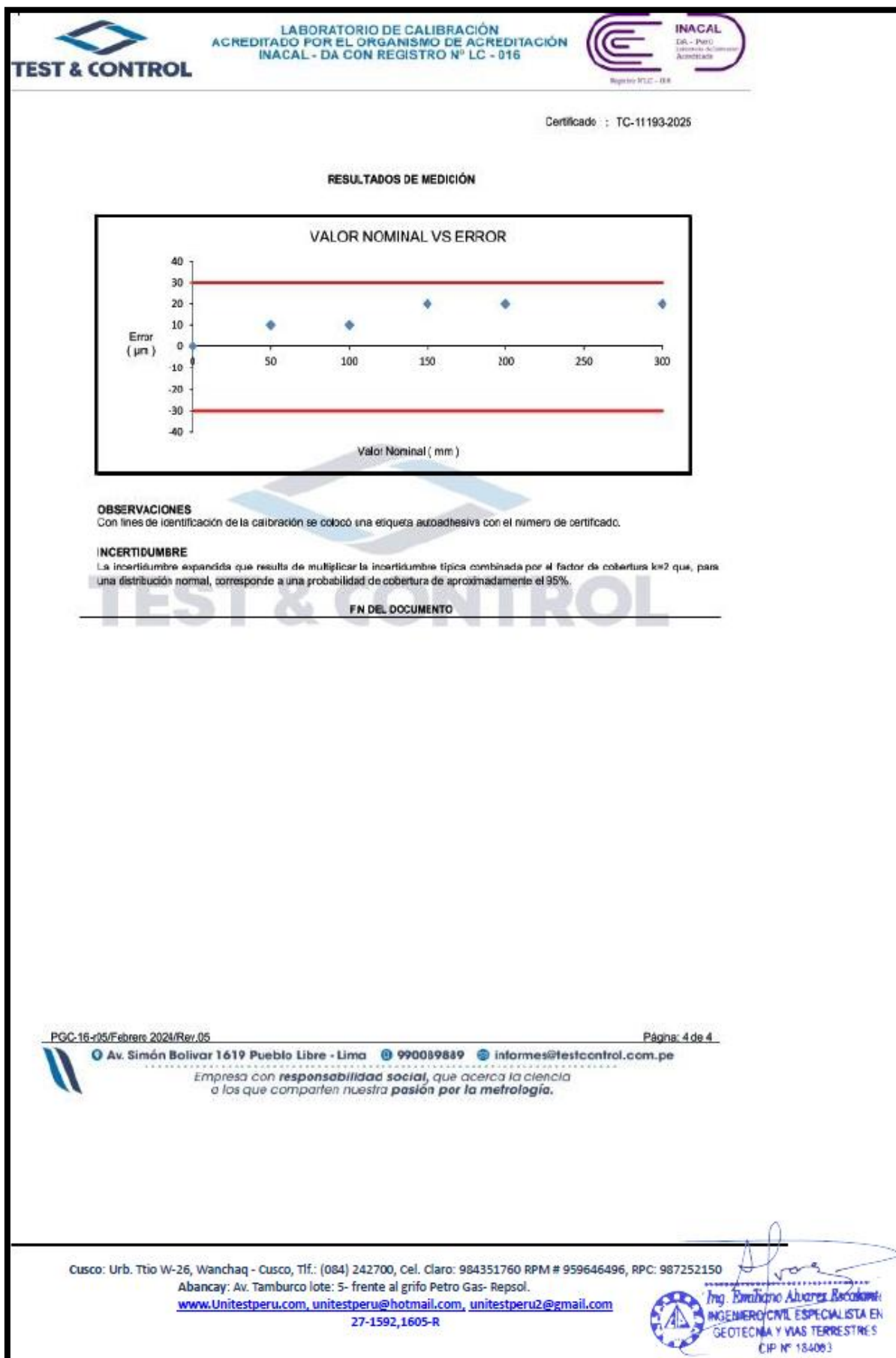


Figura 100 — Certificados de calibración de equipos utilizados (parte 10)



Anexo G
Declaratoria de originalidad

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

Cusco, 03 de Febrero 2026

INFORME N°0002-2026-LAQ-FC-UNSAAC

Para : Rosmel Adolfo Yupanqui Vivanco y Felisiano Tuiro Gomez
Tesisistas de investigación

De : Melquiades HERRERA ARIVILCA
Responsable de los Análisis Químicos, del laboratorio Químico-UNSAAC

ASUNTO: INFORME DE CONSTANCIA DE CALIBRACION DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO UNSAAC.



REF. : SOLICITUD DE CERTIFICADO DE CALIBRACION DE EQUIPOS-UNSAAC

Descripción del Asunto: Mediante solicitud presentada en el despacho del laboratorio de Análisis Químico, donde se pide el Certificado de Calibración de los equipos con las cuales de trabajo los análisis de Arcillas con fines de producción de ladrillos (Tesis), informo para los fines que viere pon conveniente.

Yo, Melquiades Herrera Arivilca, responsable de la labor material de los análisis Físicoquímicos que nuestra Universidad ofrece; Informo a ustedes tesisistas Rosmel Adolfo Yupanqui Vivanco y Felisiano Tuiro Gomez. Que, doy constancia que se ha calibrado siempre como una obligación operativa por el personal que labora, y semanal de todos los equipos utilizados (Espectrofotómetro, pHmetro, Estufa, Mufla, Balanza Analítica) para los análisis Químicos y Físicoquímicos de las Arcillas Solicitadas en su momento, Documento N°0139-25-LAQ.

Es cuanto puedo informar en Honor a la verdad.

Atentamente.



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios Analistas
Melquiades Herrera Arivilca
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

Figura 101 — Informe de constancia de calibración de los equipos



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/AUTORES

Yo Bach. Rosmel Adolfo Yupanqui Vivanco identificado con DNI. N°: 70684731 con código de estudiante 142365 de la escuela Académico profesional de Ingeniería civil de la universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al trabajo de investigación de tesis titulado:

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO Y SU EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LA COMPOSICIÓN DE MEZCLA PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA EN EL DISTRITO DE MICAELA BASTIDAS PROVINCIA DE GRAU – APURÍMAC, 2025.

Es mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación.

1. El trabajo de investigación en mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. No es plagio, ni parcialmente, ni en totalidad.
4. Mencione todas las fuentes empleadas, identificado correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
5. No fue publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
6. Los datos presentados en los resultados no fueron falsificados, ni duplicados, copiados.
7. De encontrarse de datos falsos, plagios de algún dato que ya ha sido publicado por otro autor, asumo las responsabilidades, consecuencias y sanciones de mi acción, se deriven a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac y SUNEDU.

Abancay 16 de Enero del 2026.

Apellidos y Nombres: Rosmel Adolfo Yupanqui Vivanco	Firma
DNI: 70684731	



Huella digital

Figura 102 — Declaratoria de originalidad de autor 1





UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/AUTORES

Yo Bach. Felisiano Tuiro Gomez con DNI. N°: 48489804 con código de estudiante 142363 de la escuela Académico profesional de Ingeniería civil de la universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al trabajo de investigación de tesis titulado:

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICO Y SU EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LA COMPOSICIÓN DE MEZCLA PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS DE ARCILLA EN EL DISTRITO DE MICAELA BASTIDAS PROVINCIA DE GRAU – APURÍMAC, 2025.

Es mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación.

1. El trabajo de investigación en mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. No es plagio, ni parcialmente, ni en totalidad.
4. Mencione todas las fuentes empleadas, identificado correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
5. No fue publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
6. Los datos presentados en los resultados no fueron falsificados, ni duplicados, copiados.
7. De encontrarse de datos falsos, plagios de algún dato que ya ha sido publicado por otro autor, asumo las responsabilidades, consecuencias y sanciones de mi acción, se deriven a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac y SUNEDU.

Abancay 16 de Enero del 2025.

Apellidos y Nombres: Felisiano Tuiro Gomez	Firma
DNI: 48489804	



Huella digital

Figura 103 — Declaratoria de originalidad de autor 2