



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES BÁSICAS Y
RESISTENCIA DE LADRILLO KING KONG MECANIZADO Y
UNIDADES DE SILLAR DE LA LOCALIDAD DE MALLKAMAYO-
PUNO-2023**

TESIS

PRESENTADA POR:

HOWARD NELSON CARITA PÉREZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES BÁSICAS Y RESISTENCIA DE LA DRILLO KING KONG MECANIZADO Y UNIDADES DE SILLAR DE LA LOCALIDAD DE MALLKAMAYO PUNO - 2023

AUTOR

HOWARD NELSON CARITA PÉREZ

RECuento DE PALABRAS

30601 Words

RECuento DE CARACTERES

158515 Characters

RECuento DE PÁGINAS

170 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.5MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 30, 2024 9:30 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 30, 2024 9:32 PM GMT-5

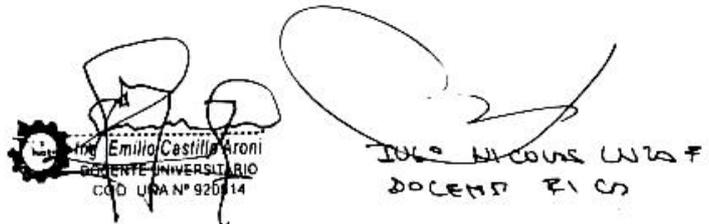
● 15% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 13% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



Emilio Castillo Aroni
GERENTE UNIVERSITARIO
COD. UNA N° 925014

DR. HOWARD NELSON CARITA PÉREZ
DOCENTE FIC

Resumen



DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mi pareja Candy Milagros, a mi hijo Ray André.

Howard Nelson Carita Pérez



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que se involucraron para poder concluir la presente.

En primer lugar, a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional del Altiplano por la formación profesional.

Agradecer a mi asesor de tesis, Ing. Nicolás Luza Flores, por su paciencia y proporcionarme una orientación y apoyo continuo durante todo el curso. Sus valiosas sugerencias y opiniones fueron fundamentales para alcanzar los objetivos trazados.

Del mismo modo a Paul Pinto Gamarra, Gary Gutiérrez Villegas y Widmer Cotrado Aro les agradezco su cooperación para completar este trabajo, que nos permitió obtener datos valiosos para el desarrollo de este estudio.

Howard Nelson Carita Pérez



ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ACRÓNIMOS

RESUMEN 23

ABSTRACT..... 24

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 26

1.2 FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA 28

1.2.1 Pregunta de investigación general 28

1.2.2 Preguntas de investigación específicas..... 28

1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN..... 28



1.3.1	Hipótesis general	28
1.3.2	Hipótesis específicas.....	29
1.4	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	29
1.5	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	30
1.5.1	Objetivo general	30
1.5.2	Objetivos específicos	30

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	32
2.2	MARCO TEÓRICO.....	39
2.2.1	Piedra sillar	39
2.2.1.1	Formación.....	39
2.2.1.2	Composición mineralógica	40
2.2.1.3	Forma de extracción	41
2.2.1.4	Herramientas e insumos utilizados	42
2.2.1.5	Formas y dimensiones de los bloques	42
2.2.1.6	Rendimiento de la mano de obra y costos de producción	42
2.2.1.7	Sistemas constructivos.....	43
2.2.2	Unidades de albañilería	44
2.2.3	Tipología.....	44
2.2.3.1	Unidades Sólidas o Macizas	44
2.2.3.2	Unidades huecas	45
2.2.4	Clasificación para fines estructurales	45



2.2.5	La desviación estándar.....	46
2.2.6	Propiedades de las unidades de albañilería.....	47
2.2.6.1	Variación Dimensional.....	47
2.2.6.2	Alabeo.....	48
2.2.6.3	Absorción	49
2.2.6.4	Resistencia a la compresión.....	49
2.2.6.5	Resistencia a la compresión de prismas de albañilería.....	50
2.3	MARCO CONCEPTUAL.....	52
2.3.1	<i>Ladrillo</i>	52
2.3.2	<i>Ladrillo industrial</i>	52
2.3.3	Ladrillo tipo I.....	52
2.3.4	<i>Ladrillo tipo II</i>	52
2.3.5	Ladrillo tipo III	52
2.3.6	Ladrillo tipo IV	53
2.3.7	Ladrillo tipo V	53

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	54
3.1.1	Canteras	54
3.2	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	56
3.2.1	Tipo de investigación	56
3.2.2	Nivel de investigación	56
3.2.3	Diseño investigación	57



3.2.3.1	Extracción y transporte del sillar	57
3.2.3.2	<i>Corte del sillar</i>	57
3.2.3.3	<i>Determinación de propiedades básicas</i>	57
3.2.3.4	<i>Determinación de resistencia</i>	58
3.2.3.5	<i>Evaluación comparativa</i>	58
3.2.3.6	<i>Evaluación comparativa de costos</i>	58
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO.....	58
3.3.1	Población	58
3.3.2	Muestra	59
3.4	PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS.....	61
3.4.1	Ensayo de variación dimensional	61
3.4.2	Ensayo de alabeo	63
3.4.3	Ensayo para determinar la absorción.....	64
3.4.4	Ensayo del porcentaje de vacíos	67
3.4.5	Ensayo de resistencia a la compresión de las unidades	69
3.4.6	Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería.....	73
3.4.7	Curado	75
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	78
3.6	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	79
3.6.1	Distribución porcentual de los datos en cuadros estadísticos.....	79
3.6.2	Interpolación de gráficos	79
3.6.3	Media aritmética	79
3.6.4	Desviación estándar	80
3.6.5	Prueba de normalidad de los datos obtenidos.....	80



3.6.5.1	Gráficos Cuantil-Cuantil QQ.....	81
3.6.6	Prueba de normalidad Shapiro Wilk.....	81

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	RESULTADOS.....	83
4.1.1	Resultados para ladrillos King Kong y unidades de sillar.....	83
4.1.1.1	Ensayo de variación dimensional	83
4.1.1.1.1	Resultados	83
4.1.1.1.2	Resumen	90
4.1.1.2	Ensayo medida del alabeo	90
4.1.1.2.1	Resultados	90
4.1.1.2.2	Resumen	92
4.1.1.3	Ensayo de absorción	93
4.1.1.3.1	Resultados	93
4.1.1.3.2	Resumen	95
4.1.1.4	Ensayo de medida del área de vacíos en unidades perforadas	95
4.1.1.4.1	Resultados	95
4.1.1.5	Ensayo de resistencia a compresión del ladrillo King Kong y unidades de sillar	97
4.1.1.5.1	Resultados	97
4.1.1.5.2	Resumen	98
4.1.1.6	Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería.....	99
4.1.1.6.1	Resultados	99
4.1.1.6.2	Resumen	101



4.1.2	Prueba de Normalidad de los datos obtenidos.....	101
4.1.2.1	Prueba de Normalidad en Rotura de unidades.....	101
4.1.2.1.1	Prueba de Normalidad Muestra de ladrillo King Kong.....	101
4.1.2.1.2	Prueba de Normalidad Muestra de Sillar Pequeño.....	104
4.1.2.1.3	Prueba de Normalidad Muestra de Sillar grande.....	106
4.1.2.2	Prueba de Normalidad en Rotura de prismas	109
4.1.2.2.1	Prueba de Normalidad Muestra de ladrillo King Kong.....	109
4.1.2.2.2	Prueba de Normalidad Muestra de Sillar pequeño	112
4.1.2.2.3	Prueba de Normalidad Muestra de Sillar grande.....	115
4.1.3	Prueba de normalidad Shapiro-Wilk	118
4.1.3.1	Prueba de normalidad en el ensayo a compresión de la unidad y prismas albañilería	118
4.1.3.1.1	Prueba de hipótesis estadística	119
4.1.3.1.2	Interpretación.....	119
4.1.3.1.3	Prueba de hipótesis estadística	121
4.1.3.1.4	Interpretación.....	122
4.1.3.2	Prueba de normalidad para el ensayo de absorción.....	123
4.1.3.2.1	Prueba de hipótesis estadística	124
4.1.3.2.2	Interpretación.....	124
4.1.3.3	Prueba de normalidad en el ensayo de variación dimensional	126
4.1.3.3.1	Prueba de hipótesis estadística	126
4.1.3.3.2	Interpretación.....	127
4.1.3.3.3	Prueba de hipótesis estadística	129
4.1.3.3.4	Interpretación.....	129
4.1.3.3.5	Prueba de hipótesis estadística	131



4.1.3.3.6 Interpretación.....	131
4.1.4 Comparación de los costos de explotación fabricación y construcción ..	133
4.1.4.1 Interpretación de Tablas	135
4.2 DISCUSIÓN	136
4.2.1 Interpretación de resultados para ladrillos King Kong y unidades de sillar	136
4.2.1.1 Ensayo de variación dimensional	136
4.2.1.2 Medida del alabeo.....	138
4.2.1.3 Ensayo de absorción	139
4.2.1.4 Ensayo de medida del área de vacíos en unidades perforadas	140
4.2.1.5 Ensayo de resistencia a compresión de la unidad de albañilería	141
4.2.1.6 Resistencia en compresión de prismas de albañilería.....	143
4.2.2 Comparación de resultados con otras investigaciones	144
4.2.2.1 Cuadro resumen.....	144
4.2.2.2 Análisis de resultados ladrillo King Kong.....	146
4.2.2.3 Análisis de resultados unidades de sillar	147
4.2.3 Cumplimiento de objetivos.....	149
4.2.3.1 Cumplimiento de objetivo específico 1	149
4.2.3.2 Cumplimiento del objetivo específico 2.....	150
4.2.3.3 Cumplimiento del objetivo específico 3	151
4.2.3.4 Cumplimiento del objetivo específico 4.....	152
4.2.3.5 Cumplimiento del objetivo específico 5.....	153
4.2.3.6 Cumplimiento del objetivo general	153
4.2.3.7 Diagrama tornado de los valores obtenidos en los ensayos	154



V. CONCLUSIONES.....	159
VI. RECOMENDACIONES.....	162
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	164
ANEXOS.....	168

TEMA: Innovación tecnológica en construcción y gerencia

ÁREA: Construcciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Construcciones y gerencia

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 31 de enero de 2024.



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Formación del Sillar.....	40
Figura 2 Se aprecia los bloques de sillar	43
Figura 3 Ladrillo solido o macizo	45
Figura 4 Ubicación cantera Añashuayco y Quicos	55
Figura 6 Ubicación cantera Mallkamayo	55
Figura 7 Ubicación Cantera Tiquillaca	56
Figura 8 El sillar pequeño y grande utilizado en esta investigación	61
Figura 9 En la figura realizando las medidas de la muestra.....	62
Figura 10 El procedimiento de las medidas para ensayo de variación dimensional	63
Figura 11 Corte de medias unidades para ensayo de absorción	65
Figura 12 Se pesaron las muestras en estado seco y obtener el peso seco	65
Figura 13 Luego de sumergir las muestras se sacan del tanque de agua.....	66
Figura 14 Se pesó las muestras luego de sumergido 24 horas	66
Figura 15 Medida de la concavidad y convexidad con ayuda de la cuña.....	67
Figura 16 Ensayo de porcentaje de vacíos se enrasó la arena graduada	68
Figura 17 Realizando el ensayo de porcentaje de vacíos	68
Figura 18 La máquina de compresión y el capeado de las muestras.....	70



Figura 19	Los anillos y la puesta de la muestra a ensayar	71
Figura 20	El procedimiento de colocación y ensayo de las muestras	72
Figura 21	En la figura tenemos los materiales para la preparación de la mezcla para albañilería.....	74
Figura 22	Se preparo la mezcla para la albañilería y se construyó los prismas	74
Figura 23	En la figura la prueba de resistencia en prismas de sillar pequeño y la falla	75
Figura 24	En la figura el proceso de construcción de los prismas	76
Figura 25	El curado de las muestras procedimiento importante en esta etapa.....	77
Figura 26	Finalmente se hizo la toma de dimensiones de los prismas.....	77
Figura 27	Toma de medidas para la esbeltez	78
Figura 28	Medias de la distribución normal.....	81
Figura 29	Gráfico QQ Muestra ladrillo king kong.....	102
Figura 30	Grafico Curva Muestra ladrillo King Kong.....	103
Figura 31	Gráfico QQ Muestra Sillar pequeño	105
Figura 32	Gráfico Curva Muestra Sillar pequeño	106
Figura 33	Gráfico QQ Muestra de Sillar grande	108
Figura 34	Gráfico de la Curva Muestra de Sillar grande	109
Figura 35	Gráfico QQ Prismas de la Muestra ladrillo King Kong.....	111



Figura 36	Gráfico Curva Muestra ladrillo King Kong	112
Figura 37	Gráfico QQ de Prismas de Sillar pequeño	114
Figura 38	Gráfico Curva Prisma Muestra Sillar pequeño	115
Figura 39	Gráfico QQ Muestra Sillar grande	117
Figura 40	Gráfico Curva Muestra Sillar grande	118
Figura 41	Comparación Variación dimensional.....	138
Figura 42	Comparación medida del alabeo	139
Figura 43	Comparación promedio absorción	140
Figura 44	Promedio de porcentaje de vacíos.....	141
Figura 45	Comparación de resistencia a la compresión	143
Figura 46	Comparación de resistencia de prismas	144
Figura 47	En el gráfico el diagrama tornado sillar pequeño	157
Figura 48	En el gráfico el diagrama tornado sillar grande	158



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Estudio microscópico del sillar	41
Tabla 2 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales	46
Tabla 3 Variación dimensional según la norma E-070	48
Tabla 4 Alabeo según la norma E-070.....	49
Tabla 5 Resistencia a compresión en unidades según la norma E-070.....	50
Tabla 6 Resistencia a compresión en pilas según la norma E.070 de albañilería	51
Tabla 7 Factores de corrección de f'_m por esbeltez según NTP 339.605.....	51
Tabla 8 Código y dimensiones de las muestras de sillar.....	59
Tabla 9 Cantidad de Muestras de investigación.....	60
Tabla 10 Operacionalización de variables	78
Tabla 11 Largo – Ladrillo King Kong	84
Tabla 12 Ancho – Ladrillo King Kong	84
Tabla 13 Altura – Ladrillo King Kong.....	85



Tabla 14	Largo – Sillar pequeño.....	86
Tabla 15	Ancho – Sillar pequeño.....	87
Tabla 16	Altura – Sillar pequeño	87
Tabla 17	Largo – Sillar grande	88
Tabla 18	Ancho – Sillar grande	89
Tabla 19	Altura – Sillar grande.....	89
Tabla 20	Resumen de dimensiones promedio de las muestras analizadas	90
Tabla 21	Alabeo – Ladrillo King Kong mecanizado	91
Tabla 22	Alabeo – Sillar pequeño.....	91
Tabla 23	Alabeo – Sillar grande	92
Tabla 24	Resumen de alabeo - muestras analizadas	92
Tabla 25	Absorción – Ladrillo King Kong.....	94
Tabla 26	Absorción – Sillar pequeño.....	94
Tabla 27	Absorción – Sillar grande	94



Tabla 28	Resumen absorción	95
Tabla 29	Medida de vacíos	96
Tabla 30	Resumen porcentaje de vacíos	96
Tabla 31	Rotura – Ladrillo King Kong.....	97
Tabla 32	Rotura – Sillar pequeño	98
Tabla 33	Rotura – Sillar grande	98
Tabla 34	Resumen rotura de las unidades analizadas	99
Tabla 35	Rotura de pilas – Ladrillo King Kong.....	100
Tabla 36	Rotura de pilas – Sillar pequeño	100
Tabla 37	Rotura de pilas – Sillar grande.....	100
Tabla 38	Resumen compresión de prismas.....	101
Tabla 39	Datos a analizar Rotura ladrillo King Kong	101
Tabla 40	Datos analizados Rotura ladrillo King Kong.....	102
Tabla 41	Datos a analizar Muestra Sillar pequeño	104



Tabla 42	Datos analizados Muestra Sillar grande.....	104
Tabla 43	Datos a analizar Muestra Sillar grande	107
Tabla 44	Datos analizados Muestra Sillar grande.....	107
Tabla 45	Datos a analizar Prismas Muestra de ladrillo King Kong.....	110
Tabla 46	Datos analizados Prismas Muestra de ladrillo King Kong	110
Tabla 47	Datos a analizar Prismas Muestra de Sillar pequeño	113
Tabla 48	Datos analizados Prismas Muestra de Sillar pequeño.....	113
Tabla 49	Datos a analizar Prismas Muestra Sillar grande	116
Tabla 50	Datos analizados Prismas Muestra Sillar grande	116
Tabla 51	Cuadro de datos para prueba rotura	119
Tabla 52	Resultados Shapiro-Wilk para compresión de unidades.....	119
Tabla 53	Cuadro de datos de resistencia de prismas.....	121
Tabla 54	Cuadro de resultados de la prueba Shapiro-Wilk para compresión de prismas	122



Tabla 55	Cuadro de absorciones para las muestras analizadas.....	123
Tabla 56	Cuadro de resultados prueba Shapiro-Wilk en el ensayo de absorción.....	124
Tabla 57	Cuadro de promedios de las dimensiones del ladrillo King Kong.....	126
Tabla 58	Cuadro de resultados aplicando la prueba Shapiro-Wilk.....	127
Tabla 59	Cuadro de promedios de las dimensiones de la muestra de sillar pequeño	128
Tabla 60	Cuadro de resultados con la prueba Shapiro-Wilk para la muestra de sillar pequeño	129
Tabla 61	Cuadro de promedios de las dimensiones de Sillar grande.....	131
Tabla 62	Cuadro de resultados con la prueba Shapiro-Wilk para sillar grande.....	131
Tabla 63	Costos de producción sillar pequeño	134
Tabla 64	Costos de producción sillar grande	134
Tabla 65	Costos de construcción de muros.....	135
Tabla 66	Clasificación de unidades analizadas.....	137
Tabla 67	Alabeo de las Muestras analizadas	138



Tabla 68	Absorción de las Muestras analizadas	139
Tabla 69	Porcentaje de vacíos de las Muestras analizadas	140
Tabla 70	Clasificación por resistencia característica a compresión.....	141
Tabla 71	Comparativo f'_m con la norma E-070	143
Tabla 72	Cuadro comparativo de los resultados de ladrillo King Kong.....	145
Tabla 73	Cuadro comparativo de los resultados de Unidades de Sillar.....	145



ACRÓNIMOS

D_a :	Densidad de la arena en gr/cm^3
f'_b :	Resistencia a compresión de la unidad.
N:	Número de datos a considerarse
NTP:	Norma técnica peruana
P_a :	Peso de la arena en gr.
P_u :	Es la carga última aplicada al espécimen.
RNE:	Reglamento nacional de edificaciones
σ :	Desviación estándar
W_d :	Peso seco en kg.
W_s :	Peso saturado 24 horas en agua fría en kg.
X_i :	Dato considerado
Σ :	Sumatoria de los datos a considerarse
\bar{x} :	Media aritmética



RESUMEN

La presente investigación titulada “Análisis comparativo de las propiedades básicas y resistencia de ladrillo King Kong mecanizado y unidades de sillar de la localidad de Mallkamayo-Puno”, es importante en la construcción de edificaciones y el estudio de la resistencia de los materiales a emplearse, pues si contamos con adecuados materiales, esto motivará una construcción de mayor calidad y resistencia, es por ello que el objetivo general planteado es determinar los contrastes de resistencia y características del ladrillo King Kong y las unidades de sillar para construcciones en la ciudad de Puno, cuyo diseño es el evaluativo comparativo donde la unidad de estudio son ladrillos King Kong y unidades de sillar y para la recolección de información se utilizó los ensayos de laboratorio para ladrillo y unidad de sillar como unidad de albañilería y como instrumentos los ensayos hechos en laboratorio donde los resultados obtenidos fueron, para el caso de los ensayos de propiedades físicas, las unidades de sillar se asemejan al ladrillo tipo V apto para construcciones de albañilería debido a que se tiene un cumplimiento del 0.06mm en alabeo y 3.01% y 2.61% de variación dimensional para el sillar pequeño y el sillar grande respectivamente dentro de los rangos establecidos por la norma mientras que las propiedades de resistencia a la compresión de las unidades el sillar de dimensiones pequeñas es de un tipo I ya que presenta una resistencia de 69.34kg/cm^2 alcanzando los mínimos requeridos, en el caso del sillar grande no alcanza los mínimos requeridos de 50kg/cm^2 . por lo tanto, los bloques de sillar son aptos para la construcción de edificaciones de uno o dos niveles para viviendas económicas.

Palabras clave: Comparativo, Construcción, Ensayos, Sillar, Vivienda



ABSTRACT

The present research entitled "Comparative analysis of the basic properties and resistance of machined King Kong brick and ashlar units from the town of Mallkamayo-Puno", is important in the construction of buildings and the study of the resistance of the materials to be used, Well, if we have adequate materials, this will motivate a construction of greater quality and resistance, which is why the general objective is to determine the contrasts in resistance and characteristics of the King Kong brick and the ashlar units for constructions in the city of Puno, whose design is the comparative evaluative where the study unit is King Kong bricks and ashlar units and for the collection of information the laboratory tests for brick and ashlar unit were used as a masonry unit and as instruments the tests carried out in the laboratory where The results obtained were, in the case of the physical properties tests, the ashlar units resemble type V brick suitable for masonry constructions because there is a compliance of 0.06mm in warping and 3.01% and 2.61% variation. dimensional for the small ashlar and the large ashlar respectively within the ranges established by the standard while the compression resistance properties of the units the small ashlar is type I since it has a resistance of 69.34kg/cm² reaching the required minimums, in the case of large ashlar it does not reach the required minimums of 50kg/cm². Therefore, ashlar blocks are suitable for the construction of one- or two-story buildings for affordable housing.

Keywords: Comparative, Construction, Tests, Ashlar, Housing.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se centra en un análisis comparativo de las propiedades físicas y de resistencia entre dos materiales fundamentales en la construcción de viviendas en la ciudad de Puno: el ladrillo King Kong y el sillar. A pesar de que el sillar no ha sido ampliamente adoptado en esta zona, la existencia de una cantera importante de esta piedra en áreas cercanas a la ciudad de Puno plantea la posibilidad de su incorporación en proyectos de edificación en zonas cercanas, como la ciudad de Puno. La elección de unidades de albañilería adecuadas es esencial para asegurar la durabilidad y estabilidad de las estructuras, especialmente considerando la prevalencia del ladrillo King Kong como componente principal en la edificación de viviendas de la región. Este estudio no solo contribuye a la comprensión integral de las características de ambos materiales, sino que también proporciona información valiosa para la toma de decisiones en el ámbito de la construcción, abriendo nuevas perspectivas para la optimización de recursos y la mejora de las prácticas constructivas en la ciudad de Puno.

En ese sentido planteamos la presente investigación que se desarrolla de la siguiente manera:

En el Capítulo I se presenta la parte metodológica las hipótesis y los objetivos planteados.

En el Capítulo II se describe los antecedentes de la investigación que muestran los autores principales de investigaciones similares a esta que son muy escasas ya que este material, si bien existe en las regiones de Arequipa y Cusco, Puno también cuenta con canteras de piedra sillar. Seguidamente tenemos el marco teórico donde damos a conocer más sobre este material.



En el Capítulo III mostramos todos los materiales y métodos que se utilizó para la obtención de los fines propuestos, mostramos también la ubicación de las canteras en estudio como son las canteras Tiquillaca y Malcomayo. De igual manera el método de investigación, tipo y diseño de investigación que según nuestras investigaciones vendría a ser una investigación descriptiva. También los procedimientos que implican los ensayos que nos ayudaron a identificar mejor las muestras de estudio.

En el Capítulo IV presentamos los resultados seguido de una discusión con los datos obtenidos tomando como control la norma E070 de albañilería.

En el Capítulo V presentamos las conclusiones que muestran finalmente que este material de construcción es utilizable para la construcción.

En el Capítulo VI tenemos las recomendaciones de esta investigación que alienta a una nueva línea de investigación que correspondería a los sillares en la construcción.

En el Capítulo VII incluimos las referencias bibliográficas consultadas en esta investigación y finalmente los Anexos que son documentos importantes adjuntos a la investigación.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Lara (1988) menciona que los sistemas constructivos tradicionales como el adobe y la chincha se preservaron en la búsqueda de soluciones a los problemas habitacionales masivos. En este contexto, este trabajo de investigación está diseñado para buscar alternativas futuras de soluciones habitacionales de bajo costo en Puno. El propósito de este trabajo es conocer las características de la mampostería de piedra triturada con el fin de obtener información técnica para desarrollar métodos de diseño y recomendaciones técnicas para el uso de piedra triturada en la construcción en el futuro, para ello se han



realizado pruebas sobre muestras a pequeña escala, apoyándonos en las normas vigentes tales como las normas técnicas peruanas NTP 399.613 y 399.605 y el Reglamento nacional de edificaciones en su título E.070 (Albañilería).

Bejarano y Mendoza (2019) plantean tres tipos de muestra de sillar, un tipo pequeño, mediano y grande para poder demostrar que el tamaño pequeño tiene buena resistencia al igual que los grandes haciendo las pruebas que plantea la norma para unidades de albañilería, se busca dar a conocer sus propiedades, se plantea además un análisis estructural y análisis de costos.

Montero (2016) indica que el tamaño utilizado de las piedras sillares actualmente comercializados son muy grandes para las construcciones actualmente por eso se plantea una medida más acorde de las dimensiones actuales como las del ladrillo King Kong de arcilla además se realiza un análisis estructural a una vivienda de uno o dos niveles con el material propuesto.

Entonces, como vimos anteriormente, los problemas que se presentan son diversos, en el caso de las experiencias de Arequipa, ellos muestran un avance en este campo de la construcción con unidades de sillar, en nuestro caso, presentamos al sillar como una unidad redescubierta pero poco estudiada ya que lugares como Collacachi, desvío a la margen de la cantera Mallkamayo, se realizan construcciones con este material lo mismo podemos decir de Tiquillaca que presenta grutas construidas con sillar. De esta manera con un mejor conocimiento de las propiedades del sillar se puede ejecutar mejor la vivienda económica en Puno.



1.2 FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA

1.2.1 Pregunta de investigación general

¿Cuáles son las propiedades básicas y resistencia del ladrillo King Kong mecanizado y unidades de sillar de la localidad de Mallkamayo-Puno-2023?

1.2.2 Preguntas de investigación específicas

PE 1: ¿Cuáles son las propiedades físicas del ladrillo King Kong mecanizado utilizado en la ciudad de Puno?

PE 2: ¿Cómo son las propiedades físicas (alabeo, absorción y variación dimensional) de unidades de sillar de la localidad de Mallkamayo-Puno-2023?

PE 3: ¿Cómo es la resistencia de unidades y prismas del ladrillo King Kong mecanizado utilizado en la ciudad de Puno?

PE 4: ¿Cómo es la resistencia de unidades y prismas de sillar de la localidad de Mallkamayo-Puno-2023?

PE 5: ¿Cómo es el costo de extracción, fabricación y construcción de un muro de ladrillo King Kong en comparación con las unidades de sillar?

1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Hipótesis general

Las propiedades físicas y de resistencia de las unidades de sillar de la localidad de Mallkamayo presentan similitudes significativas a las del ladrillo King Kong mecanizado utilizado en la ciudad de Puno, por lo que es posible reemplazarlo en la construcción de muros de albañilería.



1.3.2 Hipótesis específicas

HE 1: Se presentan similitudes significativas entre las propiedades básicas (alabeo, absorción y variación dimensional) de sillar de la localidad de Mallkamayo y los ladrillos King Kong utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.

HE 2: Existen similitudes significativas de resistencia de unidades de sillar de la localidad de Mallkamayo y los ladrillos King Kong utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.

HE 3: Existen similitudes significativas de resistencia de prismas de sillar de la localidad de Mallkamayo y los ladrillos King Kong, utilizados para la construcción en la ciudad de Puno.

HE 4: Existen similitudes significativas en la comparación de costos de explotación, fabricación y construcción de un muro de ladrillo King Kong y unidades de sillar de la localidad de Mallkamayo.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La presente investigación tiene como objetivo analizar la unidad de Sillar mediante ensayos como resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción. Dichos indicadores permitirán analizar el comportamiento del sillar en una edificación. El uso de este material se da en el marco de métodos tradicionales de construcción en el Perú. En la ciudad de Puno no se cuenta con métodos alternativos de construcción, en el caso de Arequipa y Cusco, se cuenta con esta alternativa para la vivienda económica, aunque este material se utiliza también como zócalos en las viviendas (Bejarano y Mendoza, 2019).



Como lo menciona Ccama (2021), la unidad de albañilería, como uno de los componentes más importantes de la construcción, si contamos con suficiente material, se logrará una edificación de mayor calidad y resistencia, por lo que este estudio tiene como objetivo determinar las propiedades y durabilidad de la mampostería. En la búsqueda de una solución para el problema de la vivienda económica se han rescatado sistemas de construcción tradicionales como son el adobe y la quincha, es en este contexto que se ubica esta investigación (Lara, 1988).

Asimismo, se estudia el vacío de conocimiento científico acerca de este material existente en la región y poco estudiado como es la piedra Sillar. El problema de la vivienda económica tanto a nivel nacional y local es muy amplio de estudiar y conocer, pero con esta investigación se analizará la posibilidad de proponer un nuevo material constructivo y aportar al conocimiento científico y llenar el vacío que se tiene hasta la fecha.

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Objetivo general

Comparar las propiedades básicas y resistencia de ladrillo King Kong mecanizado y unidades de sillar de la localidad de Mallkamayo-Puno-2023.

1.5.2 Objetivos específicos

OE 1: Determinar las propiedades básicas de ladrillo King Kong mecanizado utilizado en la ciudad de Puno.

OE 2: Determinar las propiedades básicas (alabeo, absorción y variación dimensional) de unidades de sillar de la localidad de Mallkamayo-Puno-2023.



OE 3: Determinar la resistencia de unidades y prismas de ladrillo King Kong mecanizado utilizado en la ciudad de Puno.

OE 4: Determinar la resistencia de unidades y prismas de sillar de la localidad de Mallkamayo-Puno-2023.

OE 5: Comparar los costos de explotación, fabricación y construcción del ladrillo King Kong mecanizado y de unidades de sillar de la localidad de Mallkamayo.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Pari (2022) reporta que, El estudio determinó el efecto de la adición de piedra pómez en la producción de bloques de concretos livianos en la ciudad de Puno, donde se consideraron muestras del 25%, 37.5%, 50%, 62.5% para determinar el porcentaje óptimo de piedra pómez, piedra para sustituir % por piedra pómez y 75% arena para lo cual el método utilizado se pretendió ser experimental, se realizaron pruebas de compresión de cubos de tres y siete días en cubos de 5 cm y con base en los datos obtenidos se eligió el mejor porcentaje. Bloques de hormigón ligero de 15 agujeros y luego se realizó una comparación de rendimiento. Las cantidades agregadas de propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto livianos Los resultados del análisis de bloques de piedra pómez y arcilla cocida muestran que en términos de propiedades físicas como la variabilidad dimensional, la proporción de bloques de concreto livianos es del 1,93% y la proporción de bloques de arcilla mecanizados es 1,39%. ; en la prueba de torsión, la torsión de los ladrillos de arcilla fue de 2 mm y la torsión de los ladrillos de hormigón liviano fue de 0,5 mm; en la prueba de succión la deformación de los ladrillos de arcilla fue de 53.99gr/200cm²-min, mientras que la deformación de los ladrillos de concreto liviano fue de 53.99gr/200cm²-min. La deformación de los bloques de hormigón de alta calidad es de 19,18gr/200cm²-min. La resistencia a la compresión del bloque de hormigón ligero obtenido es de 133,69 kg/cm², que según la norma E070 pertenece al ladrillo tipo IV.

Ccama (2021) reporta que, en el ámbito de la construcción, uno de los principales materiales utilizados son las unidades de albañilería de arcilla cocida, más conocidas



como ladrillos. Sin embargo, debido a que el uso del material de construcción no está claro, ya que en la mayoría de los casos las plantas de producción son informales, por lo que no es posible que el control de calidad asegure el cumplimiento de los mismos con los requisitos especificados en la norma técnica E. 070 y la tecnología NTP estándar. El objetivo general es evaluar y comparar la resistencia y propiedades de ladrillos artesanales, semimecanizados y mecanizados para paredes y techos en la ciudad de Puno. El tipo de investigación fue descriptivo más que experimental. El propósito de la investigación descriptiva es identificar características, propiedades y perfiles importantes de una persona, grupo, sociedad o cualquier otro fenómeno bajo análisis. Finalmente, se concluyó que los ladrillos hechos a mano son los menos adecuados para ladrillos King Kong y ladrillos para techo; al igual que los ladrillos pandereta, los ladrillos semi mecanizados son los menos adecuados debido a los diferentes tamaños, mientras que los ladrillos hechos a mano son los menos adecuados por qué su capacidad de absorción. En cualquier caso, la mejor opción de ladrillos para la construcción en Puno son los ladrillos mecanizados.

Bejarano y Mendoza (2019) indica que en la actualidad no se utiliza unidades de albañilería de sillar de dimensiones diferentes a la convencional y se desconoce si su comportamiento estructural es adecuado para edificaciones contemporáneas. Las dimensiones de las unidades de sillar que se utilizan actualmente son sugeridos empíricamente por los trabajadores de la cantera basándose en sus propias historias, por lo que no se basan en pruebas físicas o mecánicas de laboratorio y, por lo tanto, no hay datos concretos de sus investigaciones. El objetivo fue realizar un análisis comparativo de diferentes elementos de mampostería de piedra triturada no tradicional. Para ello se realizaron mediciones de laboratorio de volatilidad, absorción, gravedad específica, etc. Ensayos para obtener las propiedades físicas de diversos áridos de piedra triturada. De la



cantera de Añashuayco se obtienen materias primas para la elaboración de productos de albañilería de diversos tamaños. Se extrajeron 90 bloques de 60x35x22 cm, mismos que fueron transportados a la fábrica de corte de piedra. Una vez listo el equipo, se inició el trabajo en las distintas pruebas propuestas. Durante la prueba, se registraron los datos necesarios para cálculos posteriores y se registraron varias observaciones y bocetos. La deformación aumentaba con las dimensiones ensayadas, cuanto mayor era la dimensión medida, mayor su desviación, según lo previsto. Tres tipos de bloques de hormigón son del tipo V porque fueron cortados a máquina. La variabilidad de las dimensiones de cualquier muestra no supera los 2 mm; la tabla resumen considera la variabilidad media máxima de sus tres dimensiones. Los resultados del ensayo de compresión con prisma axial son muy inferiores.

Sumalave (2019) identificó la existencia de gran cantidad de residuos de sillar que se encuentra en las canteras de Añashuayco, producto de operaciones de construcción, artesanías y obras artísticas que se llevan a cabo por el trabajo de artesanos en dichas canteras. Por lo que es necesario evaluar este material para evaluar su desempeño como posible aditivo al cemento Portland Tipo I para mejorar sus propiedades mecánicas. El objetivo era mejorar las propiedades mecánicas del hormigón de cemento tipo I añadiendo adobe para demostrar que este material es un recurso nuevo y sin explotar que espera ser reconocido. Para estas pruebas, el racimo se trituró para producir un producto que pasó un tamiz de malla 200 (tamaño de partícula inferior a 75 micrones). También observamos que la curva de saturación típica del hormigón puzolánico crece de forma logarítmica. En las tablas y gráficos de falla del mortero podemos observar un aumento en la resistencia a la compresión, y la reposición del peso solo resulta en una pérdida de resistencia, por lo que desde el punto de vista de rentabilidad es beneficioso realizar la reposición. También



observamos que la curva de saturación típica del hormigón puzolánico crece de forma logarítmica.

Alave y Mendoza (2019) identificaron que, la ciudad de Tacna experimentó un crecimiento poblacional acelerado, lo que resultó en la construcción de edificios que ya no eran solo viviendas unifamiliares, sino edificios de siete o más pisos. Tacna está ubicada en una zona sísmica, y se sabe que mientras más liviano sea un edificio, menor fuerza resistirá ante un sismo. Grandes masas u objetos pesados se mueven más violentamente durante las vibraciones de un terremoto, por lo que los requisitos de resistencia para las piezas de construcción aumentan. El objetivo general es determinar el efecto del adoquín como sustituto del árido grueso en la mejora del comportamiento del hormigón en tabiques de edificación. El objetivo específico fue determinar las propiedades que deben cumplir las cenizas volantes al diseñar mezclas de concreto. El presente estudio es adecuado al tipo de aplicación, innovador porque ofrece mejoras utilizando piedra triturada como árido grueso, e innovador porque es un material que no se encuentra en muchos lugares y, a pesar de donde se utilice, es un material muy grande recurso. En este caso, al tratarse de un estudio exploratorio y experimental, su desarrollo se realizará mediante pruebas de laboratorio. Los resultados obtenidos en el estudio permiten extraer las siguientes conclusiones: la sustitución de piedra triturada por árido grueso en el diseño de mezclas permite reducir el peso del hormigón y así obtener hormigón ligero, así como determinar el peso de la piedra triturada respecto al hormigón ordinario. Esto acelera la pérdida de humedad del hormigón. Se observan diferencias significativas para las muestras de piedra triturada.

Guerra (2017) identificó que la En la región de Lambayek, muchos edificios son de autoconstrucción extraoficial, a pesar de estar ubicados en una zona con alto riesgo de terremotos, porque no reciben el asesoramiento técnico adecuado de profesionales en



diseño arquitectónico y estructural, ya que se construyen únicamente de acuerdo con las residentes y residentes. Con la ayuda de los constructores, la gente optó por la construcción informal para construir casas, cometió muchos errores, construyó sobre suelos inestables o rellenos, además utilizó materiales no estándar. Una situación tranquilizadora es que muchas personas no conocen la diferencia entre ladrillos hechos a mano y ladrillos mecanizados. Los ladrillos hechos a mano son hechos por personas experimentadas que no están familiarizadas con los estándares técnicos establecidos de control de calidad, ya que están hechos exclusivamente para la producción, además de que sus productos deben tener propiedades físicas y mecánicas. Para evaluar la calidad de los bloques de arcilla según la norma técnica de albañilería E.070. La estadística descriptiva se utiliza para analizar la información obtenida, incluida la preparación de tablas y gráficos estadísticos. Teniendo en cuenta el trabajo de campo, se llevaron a cabo varias pruebas de laboratorio en cinco ladrilleras preseleccionadas y especificadas para procesar los datos de las pruebas de mampostería y de los estudios del suelo en un programa informático. El estudio se llevó a cabo para recopilar información mediante cuestionarios para recopilar datos de fábricas de ladrillos industriales y artesanales. El análisis de la encuesta realizado consistió en una muestra representativa con el objetivo de confirmar las hipótesis mediante métodos estadísticos. En conclusión, se observó que actualmente existe un gran número de productores informales de ladrillos artesanales en la región Lambayeque que no entienden las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos.

Montero (2016) identificó que la utilización del sillar es común en el área de Arequipa, en especial en la etapa primaria de construcción de viviendas en las zonas de los alrededores de la misma nuevos asentamientos humanos. El problema surge del hecho de que el comportamiento de los bloques de cemento más pequeños que los utilizados



hoy en día aún no ha sido estudiado y comparado con las unidades de arcilla cocida ampliamente utilizadas, sujetas a los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Construcción. El objetivo general es realizar un análisis comparativo de los bloques de piedra triturada y ladrillo cocido de arcilla cocida utilizados. En este caso se requieren unidades de cenizas volantes, las cuales luego se evalúan mediante pruebas de laboratorio de unidades de albañilería convencionales. Pruebas como absorción, succión y densidad unitaria. El motivo para tomar las medidas recomendadas es que el espesor efectivo de la pared cumpla con lo establecido en la norma E.070 y el equipo cumpla con lo establecido. El tamaño adecuado del bloque de hormigón se determina para su uso óptimo en una casa unifamiliar de hasta dos plantas. Luego de un análisis estructural sísmico moderado basado en los parámetros definidos en la norma E.030 (Diseño Sísmico Resistente), las unidades de sillar propuestas pueden ser utilizadas para la construcción de viviendas unifamiliares de hasta dos pisos, cumpliendo con los requisitos mínimos. Norma E-070 (albañilería).

Lulichac (2015), reporta que vivimos en un país con un alto riesgo sísmico, por lo que las edificaciones tienen que ser convenientemente analizadas, diseñadas y construidas adecuadamente, de modo que tengan un buen comportamiento ante todo tipo de sollicitación. Este análisis debe comenzar con el conocimiento de cada material que conforma la estructura, en este caso la mampostería, por lo que es importante determinar las propiedades de los elementos de mampostería en nuestro entorno. Este es un estudio descriptivo ya que se describirán las propiedades y características de los ladrillos producidos en diferentes fábricas ladrilleras de la provincia de Cajamarca. El estudio también es experimental, ya que se realizarán pruebas de laboratorio con los ladrillos. El presente estudio muestra que las dimensiones de largo, ancho y espesor de cada ladrillera varían ampliamente, siendo la ladrillera de Santa Bárbara la que tiene las dimensiones de



largo y ancho más pequeñas y la ladrillera Cerrillo Parte Baja la que tiene las dimensiones de largo y ancho más grandes. Sin embargo, ninguno de ellos se corresponde con las dimensiones que indicó el fabricante al venderlo, que son 21x12x8 centímetros. A partir de la realización de las hipótesis se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de los elementos de albañilería de la provincia de Cajamarca. Específicamente Ladrilleras Cerillo Alto, Cerillo Inferior, Santa Bárbara y Rumipampa, el objetivo es tener una biblioteca de referencia que pueda ser utilizada en caso de que alguna de estas ladrilleras artesanales se utilice en la construcción de Sírvanos.

Lara (1988) reporta que en la búsqueda de una solución para el problema de la vivienda popular se han rescatado sistemas constructivos tradicionales, como son: el adobe y la quincha. Es en este contexto que se ubica este trabajo de investigación, es decir, también intenta encontrar alternativas futuras de soluciones habitacionales de interés social en Arequipa. El principal objetivo de este trabajo es comprender plenamente las propiedades de la mampostería de esquistos con el fin de proporcionar información técnica en la que basar el desarrollo de métodos de diseño y proponer normas de uso y recomendaciones técnicas. El uso del sillar en arquitectura, para lo cual lo probaremos en pequeñas muestras y muros a escala real, tratando de absorber las características arquitectónicas que actualmente se repiten en Arequipa, el uso de cal, tipos de mortero, refuerzos de acero, etc., por lo que es posible determinar los parámetros de mampostería más importantes. Sin embargo, el número de pruebas no es suficiente para determinar los estándares de la piedra natural, pero es el primer paso hacia este objetivo. Como se puede concluir de las bibliografías revisadas y visitas a la ciudad de Arequipa, uno de los principales criterios observados es el problema de adherencia de los bloques de mortero. Se sabe que una de las propiedades más importantes del mortero es la capacidad de crear una fuerte conexión entre las piezas, pues de esta propiedad dependen la resistencia, la



resistencia a la tracción y la resistencia a la presión parcial de la mampostería. Y a través de las siguientes pruebas de succión, pruebas de corte directo sin confinamiento por compresión, pruebas de compresión axial de pilotes, pruebas de compresión diagonal de paredes y pruebas de carga lateral cíclica de paredes a escala real, se pueden obtener las propiedades de los materiales de mampostería. La conclusión es que el Sillar tiene mejores propiedades que la arcilla tipo II, se verificaron propiedades ligeramente mejores en ensayos a pequeña escala, pero esta superioridad no se verifica en ensayos a gran escala, ni es consistente con la teoría en análisis de rango elástico. Los resultados de los ensayos de corte directo y compresión diagonal, que miden la adherencia de una manera, mostraron que las muestras sedimentadas con cal tuvieron menor resistencia. El motivo de la baja resistencia se determinará mediante pruebas controladas, que sugieren que la calidad de las dos marcas de cal utilizadas puede ser inferior, por lo que todavía no podemos decir con seguridad que el mortero de cal sea menos eficaz que el construido con Sillar.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Piedra sillar

2.2.1.1 Formación

Se pueden apreciar varias teorías según Lara (1988) Sobre la formación del sillar. Uno de ellos es de William F. El sillar es un tipo de roca que proviene de grandes erupciones volcánicas, dijo Jenks. dr. Grandes volúmenes de lava llena de gas fueron expulsados hacia afuera a través de fisuras en las laderas de Chanchania con una fuerza tremenda, dijo Jenks. Después de llegar a la superficie, el gas se expande violentamente y la lava se rompe en pequeños fragmentos parecidos a

vidrio que permanecen cerca del suelo porque están llenos de pequeñas partículas de roca. De igual manera se menciona lo siguiente:

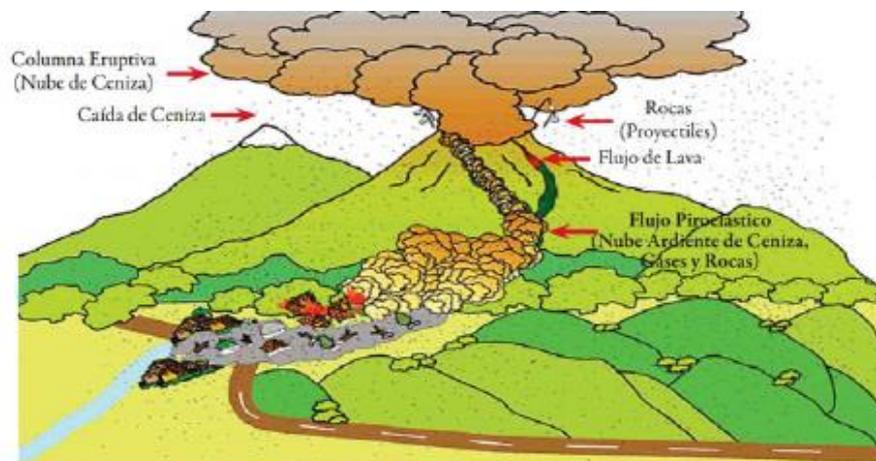
Este material móvil, mezcla de gas y sólido a alta temperatura, se expandió a gran velocidad en los valles que hoy ocupan Arequipa y Eula; Como resultado, las depresiones se llenaron por completo, pero debido a su enorme peso, las nubes perdieron velocidad y se detuvieron al pie de la barrera formada por la cadena de cráteres y cadenas montañosas al noroeste del río Jura, dejando tras de sí una nube parecida a ceniza. manto. En toda la zona, partículas de roca se depositaron y comenzaron a consolidarse. (Lara, 1988, p. 7)

2.2.1.2 Composición mineralógica

La composición mineralógica de las rocas se estudió en el Laboratorio de Geología y Topografía Aplicada de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería y se arribaron a las siguientes conclusiones (Lara, 1988):

Figura 1

Formación del Sillar



Fuente: Extraído de la página web: <https://enciclopedia-joskat.webnode.es/products/los-volcanes1/>. (Fecha de acceso: 01 de enero de 2024)

Estudio Microscópico:

Tabla 1

Estudio microscópico del sillar

Minerales	Características
Plagioclasas (Na Si O ₃)	En cristales fragmentados y frescos, parece corresponder a una variedad ácida. La cristalización de los individuos es incompleta.
Biotita (Si O ₃ (OH) Fe)	En pajillas sueltas, así como en fragmentos de cristales.
Vidrio volcánico (Si O ₂)	Constituye toda la matriz donde se asocian íntimamente.
Esquirla	Conforman parte de la matriz, son abundantes.
Material Devitrificado (Si O ₂)	Constituido por esferolitos posiblemente despóticos.
Trozos líticos (Na Si O ₃)	De naturaleza volcánica de texturas variadas.

Nota: Fuente Lara (1988).

2.2.1.3 Forma de extracción

Se menciona lo siguiente:

Arredondo (1967) menciona que hay varios factores a considerar antes de montar una cantera. En primer lugar, extraiga la menor cantidad de material de desecho posible. A veces sólo nos interesa extraer bloques de cierto tamaño, y dado que todos los fragmentos más pequeños son puros desechos, el proceso de extracción y minería debe crear una zona de ataque para producir la menor cantidad posible de ese tamaño. Por otro lado, la parte superior del terreno que habitualmente se explota (llamada monter) está formada por relieve aluvial o capa superficial de tierra que debe eliminarse antes de que pueda comenzar la extracción final. (Lara, 1988, pp 9-10)

2.2.1.4 Herramientas e insumos utilizados

Se dice lo siguiente:

Los trabajadores de las canteras proceden a derrumbar a los murallones, que son grandes bloques de sillar, los que posteriormente, ya en el fondo de la quebrada, son partidos en bloques medianos y estos finalmente partidos en bloques, en forma de paralelepípedos, listos para su venta.. El trabajo de volado de los bloques por el peligro que acarrea, obliga a los canteros a trabajar amarrados con sogas (Lara, 1988, pp 10).

2.2.1.5 Formas y dimensiones de los bloques

Lara (1988) afirmó lo siguiente:

Los bloques de sillar para la construcción, se preparan en forma de paralelepípedos de grandes dimensiones, pero posibles de ser manipulados por un sólo hombre. Estos paralelepípedos salen de cantera con superficies muy irregulares debido a su curvatura y a la forma bastante rugosa de las palas de las varillas. El albañil en obra se ve obligado a tener que refinarlas antes de su asentado para esta investigación se utilizó una cortadora que nos ayudó a obtener bloques como se aprecia en la Figura 2. (p. 11)

2.2.1.6 Rendimiento de la mano de obra y costos de producción

Lara (1988) mencionó lo siguiente:

Según visita realizada a la cantera de Añashuayco, se entrevistó algunos canteros y nos enteramos de que un cantero puede preparar 40 piezas de sillar en una jornada diaria de trabajo, listos para su venta. El cantero vende la producción a los camioneros, quienes se encargan de su

venta en los lugares de obra. La tarea de sillar corriente (200 bloques) se vende en cantera a S/ 280.00 soles, y en obra en la ciudad de Arequipa (4 km) a S/ 480.00 soles, notemos pues que es el transportista quien obtiene el 40% del producto de la venta. (p. 12)

Figura 2

Se aprecia los bloques de sillar



Nota: Estas fueron las muestras de sillar utilizadas en esta investigación

2.2.1.7 Sistemas constructivos

Se observan mayormente tres sistemas constructivos de muros utilizando el sillar: albañilería no reforzada, albañilería confinada y albañilería de bloques de sillar apilados, sin mortero de junta, éste último se da mayormente en los pueblos jóvenes, como una primera etapa constructiva, hasta que consiguen el dinero suficiente para asentarlos.

En las edificaciones antiguas de sillar, se observa que se usó el mortero cal-arena para el asentado de los bloques, sin ningún refuerzo metálico que le proporcione ductilidad al conjunto; en las edificaciones que se construyen actualmente, se está utilizando el mortero de cemento y



arena esto posiblemente influenciado por la tecnología del ladrillo de arcilla (Lara, 1988, p. 13).

2.2.2 Unidades de albañilería

El ladrillo es un componente básico de la construcción de mampostería y se fabrica a partir de diversas materias primas: las más importantes son la arcilla, el hormigón de cemento de silicato y una mezcla de sílice y cal. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo (Gallegos y Casabonne, 2005, p. 75).

2.2.3 Tipología

Los tipos de elementos de mampostería se basan casi universalmente en el área neta medida en relación con la superficie total de la superficie de asiento y las propiedades alveolares. El tipo no tiene nada que ver con el tamaño de los dispositivos ni con las materias primas con las que están fabricados. Es decir, para el mismo tipo puede haber ladrillos o bloques (Gallegos y Casabonne 2005, p. 81). El ladrillo es aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano (RNE-E070, 2006).

2.2.3.1 Unidades Sólidas o Macizas

Son las que no tienen huecos o presentan alveolos o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento que cubren un área no mayor al 25% del área de la sección bruta como se ve en la Figura 3 (San Bartolomé, 1994).

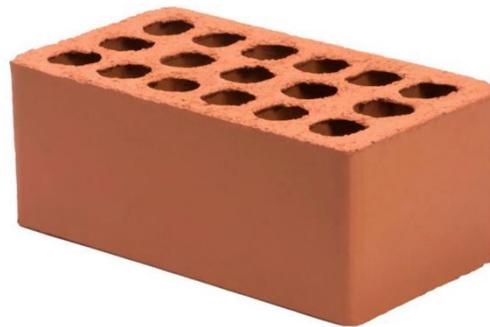
2.2.3.2 Unidades huecas

Unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano (RNE-E070, 2006).

En esta categoría clasifican los bloques de concreto vibrado, empleados en la albañilería armada y también las unidades con muchas perforaciones (San Bartolomé, 1994).

Figura 3

Ladrillo solido o macizo



Nota: Se muestra un ladrillo King Kong de 18 huecos con el que se trabajó esta investigación.

2.2.4 Clasificación para fines estructurales

Para efectos del diseño estructural las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 2 (RNE-E070, 2006).

Por ejemplo, si por los ensayos de variación dimensional y alabeo de un ladrillo clasifica como clase IV, mientras que por el ensayo de compresión clasifica como clase V, entonces ese ladrillo será clase IV (San Bartolomé, 1994).

Tabla 2

Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE Norma E-070

Ladrillo I

Ladrillo II

Ladrillo III

Ladrillo IV

Ladrillo V

Bloque P (1)

Bloque NP (2)

2.2.5 La desviación estándar

La desviación estándar indica qué tan cerca están agrupados los datos alrededor de la media. Si la desviación estándar (σ) es pequeña, indica más uniformidad y la curva de distribución normal será tanto más afinada cuanto menor sea dicha desviación estándar (Gallegos y Casabonne, 2005), en la Ecuación 1 (Op.cit., 2005):

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} * 100 \dots \dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

σ = Desviación estándar.

\bar{X} = Promedio de la muestra.

La importancia de este modo de presentar la variabilidad de un material de ingeniería aparece al comparar pruebas distintas de un mismo material o pruebas en diferentes materiales (Gallegos y Casabonne, 2005).



2.2.6 Propiedades de las unidades de albañilería

Las propiedades principales de las unidades de albañilería deben entenderse en su relación con el producto terminado, que es la albañilería; siendo las principales propiedades relacionadas con la resistencia estructural (Gallegos y Casabonne, 2005).

- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la tracción, medida como resistencia a la tracción indirecta o a la tracción por flexión.
- Variabilidad dimensional con relación a la unidad nominal, o mejor, con relación a la unidad promedio, y principalmente, la variabilidad de la altura de la unidad.
- Alabeos, medidos como concavidades o convexidades en la superficie de asiento.
- Succión o velocidad inicial de absorción en la cara de asiento.
- Textura de la cara de asiento.

Asimismo, las propiedades relacionadas con la durabilidad son:

- Resistencia a la compresión
- Absorción
- Absorción máxima
- Coeficiente de saturación

2.2.6.1 Variación Dimensional

La variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta con mayores variaciones, en la necesidad de aumentar el

espesor de la junta de mortero por encima de lo estrictamente necesario por adhesión, que es de 9 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión (Gallegos y Casabonne, 2005).

La prueba de variación dimensional es necesario efectuarla para determinar el espesor de las juntas de albañilería. Debe hacerse notar que, por cada incremento de 3 mm en el espesor de las juntas horizontales adicionales al mínimo requerido de 10 mm, la resistencia a compresión de la albañilería disminuye en 15%; asimismo disminuye la resistencia al corte (San Bartolomé, 1994).

Tabla 3

Variación dimensional según la norma E-070

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

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

2.2.6.2 Alabeo

El efecto del alabeo es semejante al de la variación dimensional (Gallegos y Casabonne, 2005).

El mayor alabeo concavidad o convexidad del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta; asimismo, puede disminuir la adherencia con

el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad (San Bartolomé, 1994).

Tabla 4

Alabeo según la norma E-070

CLASE	ALABEO (máximo en mm)
Ladrillo I	10
Ladrillo II	8
Ladrillo III	6
Ladrillo IV	4
Ladrillo V	2
Bloque P (1)	4
Bloque NP (2)	8

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

2.2.6.3 Absorción

Se aconseja que la absorción máxima no sobrepase el 22% (San Bartolomé, 1994).

2.2.6.4 Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión es en sí misma una propiedad clave de las unidades de mampostería. Esto se debe a los efectos de la forma y de la esbeltez en el valor medido y a la restricción ocasionada por los cabezales de la máquina de compresión, que modifica el estado de esfuerzos en la unidad (Gallegos y Casabonne, 2005).

Tabla 5

Resistencia a compresión en unidades según la norma E-070

CLASE	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN
	f'_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
Ladrillo I	4.9 (50)
Ladrillo II	6.9 (70)
Ladrillo III	9.3 (95)
Ladrillo IV	12.7 (130)
Ladrillo V	17.6 (180)
Bloque P (1)	4.9 (50)
Bloque NP (2)	2.0 (20)

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

2.2.6.5 Resistencia a la compresión de prismas de albañilería

Las pilas fallan principalmente por tracción ortogonal a la compresión aplicada lo que es la grieta vertical que se aprecia como falla; Esto se debe a que la lechada intenta expandirse lateralmente en una proporción mayor que los miembros, y dado que debe haber compatibilidad de deformaciones entre los dos miembros, la lechada actuará en compresión mientras que los miembros actuarán en tensión lateral. Otro tipo de falla es causada por fractura de equipos o lechada utilizando materiales de baja resistencia. Los muros y muretes fallan por fuerza cortante en forma escalonada a través de las juntas, o cortando las unidades falla en tracción diagonal; lo último se produce cuando se desarrolla una buena adherencia entre el mortero y la unidad (San Bartolomé, 1994).

En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla N° 6, correspondiente a pilas y muretes

construidos con mortero 1:4, cuando la unidad es de arcilla (RNE-E070, 2006).

Tabla 6

Resistencia a compresión en pilas según la norma E.070 de albañilería

Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_b	PILAS f_m	MURETES V_m
Arcilla	King Kong artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Sílice-cal	King Kong normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y mecano	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
Concreto bloque tipo P (*)		4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.6)
		6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

Nota: (*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

El valor f_m ha sido obtenidos de acuerdo a los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparecen en la Tabla 7 (Ccama, 2021).

Tabla 7

Factores de corrección de f_m por esbeltez según NTP 339.605

Esbeltez	1.30	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00
Factor	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22



2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Ladrillo

Es la unidad de albañilería fabricada de arcilla moldeada, extruida o prensada en forma de prisma rectangular y quemada o cocida en un horno (NTP 331.017, 1978).

2.3.2 Ladrillo industrial

Es el ladrillo fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o extruye la pasta de arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad (NTP 331.017, 1978).

2.3.3 Ladrillo tipo I

Estos ladrillos tienen una resistencia y durabilidad muy baja; son aptos para ser empleados bajo condiciones de exigencias mínimas (viviendas de uno o dos pisos) evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo. (San Bartolomé, 1994)

2.3.4 Ladrillo tipo II

En esta categoría clasifican los ladrillos de baja resistencia y durabilidad; son aptos para usarse bajo condiciones de servicio moderadas no deben estar en contacto directo con la lluvia, suelo o agua (San Bartolomé, 1994).

2.3.5 Ladrillo tipo III

Son ladrillos de mediana resistencia y durabilidad, aptos para emplearse en construcciones sujetas a condiciones de bajo intemperismo (San Bartolomé, 1994).



2.3.6 Ladrillo tipo IV

Estos ladrillos son de alta resistencia y durabilidad; aptos para ser utilizados bajo condiciones de servicio rigurosas. Pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo moderado, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua (San Bartolomé, 1994).

2.3.7 Ladrillo tipo V

Tienen una resistencia y durabilidad elevada; son aptos para emplearse en condiciones de servicio muy rigurosas, pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo similares al tipo IV (San Bartolomé, 1994).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

Este estudio se realizó en diferentes zonas geográficas de la provincia de Puno, siendo como sigue:

- Para ladrillos mecanizados: Venta de ladrillos mecanizados.

3.1.1 Canteras

En Arequipa:

- Añashuayco, con coordenadas GEOGRÁFICAS 16° 21' 31.51" S, 71° 36' 35.71" W; UTM 221,316.92m E; 8'189,125.64m N.
- Los Quicos, es paralela a la quebrada de Añashuayco con coordenadas GEOGRÁFICAS 16°21'34.73" S, 71°36'31.34" W; UTM 221,302302.33m E; 8'189,472.25m N, las canteras antes mencionadas se pueden apreciar en la Figura 4 la cantera de sillar Añashuayco y en su paralela los Quicos.

En Puno:

- Para la muestra de sillar se visitó la cantera Tiquillaca, comunidad arboleda ubicada a 22 km de la ciudad de Puno carretera a Arequipa con coordenadas GEOGRÁFICAS 15° 46' 19.85" S, 70° 10' 47.54" W; UTM 373,608.71m E; 8'255,889.86m N.
- La cantera definitiva utilizada fue la cantera Mallkamayo localizada a unos 20 km de la ciudad de Puno carretera a Laraqueri con coordenadas GEOGRÁFICAS 15° 58' 38.48" S, 70° 01' 17.34" W; UTM 390,688.26m E;

8'233,280.13m N. las canteras antes mencionadas se pueden apreciar en las Figuras 5 y 6 ubicación de la cantera Mallkamayo y Tiquillaca.

Figura 4

Ubicación cantera Añashuayco y Quicos



Figura 5

Ubicación cantera Mallkamayo



Figura 6

Ubicación Cantera Tiquillaca



3.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo descriptivo debido a que solo analizó una variable de estudio, además es de tipo prospectivo ya que se han realizado mediciones propias, transversal por haberse realizado en un solo momento, y enmarcado dentro de las investigaciones puras o básicas.

3.2.2 Nivel de investigación

De acuerdo con los objetivos planteados este trabajo se enmarca dentro de una investigación de tipo descriptiva-comparativa, considerando que las características fundamentales son las propiedades básicas y la resistencia de las unidades de estudio (Bernal, 2010).



3.2.3 Diseño investigación

El diseño de la investigación está gobernado por un estudio cuantitativo, debido al tipo de análisis de datos a realizar.

De acuerdo con los objetivos planteados para este trabajo, se diseñó un procedimiento de investigación que considera lo siguiente:

3.2.3.1 Extracción y transporte del sillar

La extracción y transporte del sillar se realizó con la ubicación de las canteras para luego proceder a su extracción mediante cinceles y barretas buscando un tamaño similar a las medidas propuestas. Luego se transportaron hacia las cortadoras.

3.2.3.2 Corte del sillar

Se procedió al cortado en la cortadora de mármol ubicada en el distrito de Salcedo. Quedando a un costo de 250 soles por un volumen aproximado de 20m³ con la finalidad de realizar los ensayos correspondientes, lo que se nos propuso por parte del propietario.

3.2.3.3 Determinación de propiedades básicas

Posteriormente se realizó ensayos, tanto con ladrillos King Kong como con unidades de sillar, se realizó ensayos básicos como: peso unitario, alabeo, absorción y variación dimensional, obtenidos de acuerdo con la NTP 339.613 y evaluados conforme a la RNE E.070 (Albañilería); que son propios de unidades de albañilería pero que en este caso se hizo a



unidades de sillar buscando su comportamiento como unidad de albañilería.

3.2.3.4 Determinación de resistencia

Tanto para el ladrillo King Kong mecanizado como para los bloques de sillar, se evaluó las siguientes propiedades mecánicas: resistencia a compresión de las unidades de sillar (NTP 339.613) y la resistencia de prismas (pilas de tres unidades) unidas con mortero (NTP 339.605). La evaluación se realizó conforme a la RNE E.070 (Albañilería).

3.2.3.5 Evaluación comparativa

Finalmente se hizo una evaluación comparativa de los resultados obtenidos de los ensayos anteriormente mencionados.

3.2.3.6 Evaluación comparativa de costos

Se hizo una evaluación comparativa de costos teniendo en cuenta los dos tipos de muestra de sillar planteado y el ladrillo King Kong como unidad de control.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

3.3.1 Población

Para esta investigación se planea estudiar los depósitos naturales de sillar, que se encuentran en la cantera ubicada a 15 km, aproximadamente, de la ciudad de Puno, en la comunidad campesina de Mallkamayo, distrito de Pichacani, provincia de Puno, identificados luego de una visita de reconocimiento a dichos depósitos. El depósito de sillar, correspondiente a la comunidad de Mallkamayo,



tiene un área estimada de 1'046,007.4 m² con una profundidad estimada de 50 m, lo cual indica una potencia aproximada de 52'300,370.0 m³ de sillar, que pueden ser explotados en la zona de estudio. Por otro lado, existen otros depósitos de sillar en comunidades cercanas con una superficie aproximada de 2'633,463.76 m², lo cual indica una potencia aproximada de 131'673,188 m³ (Estimación aproximada mediante Google Earth).

El sillar, de acuerdo con otras experiencias como las de las regiones de Arequipa y Cusco, es un material que puede ser utilizado como material de construcción, en reemplazo de las típicas unidades de albañilería utilizados en nuestra región de Puno. Por lo cual, como unidades de control se utilizarán los ladrillos King Kong mecanizado “Diamante” que se utilizan en la ciudad de Puno.

3.3.2 Muestra

De acuerdo con los antecedentes de investigación revisados, se plantea utilizar unidades de sillar que tendrán las siguientes dimensiones y sus respectivos códigos y se aprecian en la Tabla 8 y la Figura 7 a y b.

La cantidad de unidades, de cada dimensión, ha sido determinada, para el caso de una población infinita, mediante la Ecuación 2:

$$n = \frac{Z^2 pq}{e^2} \dots \dots \dots \text{Ecuación 2}$$

Tabla 8

Código y dimensiones de las muestras de sillar

	Sillar pequeño	Sillar grande
Código	MSP: Muestra de sillar pequeño	MSG: Muestra de sillar grande
Dimensiones	13 cm x 18 cm x 26 cm	16 cm x 24 cm x 30 cm

Siendo Z es el valor crítico, según el nivel de confianza (95%), igual a 1.96; p es la probabilidad de ocurrencia igual al 50%, q igual al 50%, y E es el error máximo aceptable igual al 10%, para este caso. El resultado indica una cantidad de muestra igual a 97 unidades (96.04).

Por tanto, se ha definido el uso de 40 unidades de cada dimensión y otra cantidad similar para unidades de ladrillo King Kong, haciendo un total de 120 unidades. Para la cantidad de muestras de 80 unidades de bloque pequeño y grande de sillar así también 40 unidades de ladrillo King Kong se hizo este arreglo debido al costo de producción del sillar (Ccama, 2021, p. 43).

Tabla 9*Cantidad de Muestras de investigación*

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	PRUEBAS DE LABORATORIO	CANTIDAD	TOTAL
Ladrillo King Kong	- Rotura de pilas	12	
	- Rotura de ladrillo	05	
	- Alabeo	06	
	- Absorción	05	
	- Porcentaje de vacíos	06	
	- Variación dimensional	06	40
Sillar pequeño	- Rotura de pilas	12	
	- Rotura de sillar	06	
	- Alabeo	08	
	- Absorción	06	
	- Variación dimensional	08	40
Sillar grande	- Rotura de pilas	12	
	- Rotura de sillar	06	
	- Alabeo	08	
	- Absorción	06	
	- Variación dimensional	08	40
TOTAL		120	120

Figura 7

El sillar pequeño y grande utilizado en esta investigación



Nota: a) En la figura la muestra de sillar grande. b) En la figura la muestra de sillar pequeño.

3.4 PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS

Ensayos a la unidad de albañilería y piedra sillar.

3.4.1 Ensayo de variación dimensional

- Se empleó una brocha para eliminar partículas y polvo, reduciendo las manchas blanquecinas presentes en las unidades.
- Las unidades fueron secadas en un horno a 110°C durante al menos 24 horas, según se ilustra en la Figura 11a.
- Se llevaron a cabo mediciones detalladas de las dimensiones de las unidades en longitud, ancho y altura, y se obtuvo un promedio de los resultados, como se muestra en las Figuras 8, 9a y 9b.
- Se determinó la desviación estándar (δ) para evaluar la proximidad de los datos alrededor del promedio.

- Se calculó la variabilidad dimensional en porcentaje dividiendo la desviación estándar entre el promedio para cada dimensión y se ve en la Ecuación 3:

$$V(\%) = \frac{\delta}{Promedio} \dots\dots\dots \text{Ecuación 3}$$

Donde:

V (%) = Variabilidad dimensional en porcentaje

δ = Desviación estándar

Figura 8

En la figura realizando las medidas de la muestra



Figura 9

El procedimiento de las medidas para ensayo de variación dimensional



Nota: a) En la figura realizando las medidas de las muestras. b) En la figura realizando la toma de datos.

3.4.2 Ensayo de alabeo

- La evaluación se llevó a cabo mediante la colocación de la superficie de asiento de la unidad sobre una mesa nivelada. Posteriormente, se introdujo una cuña metálica graduada al milímetro en la región más curva. Además, se dispuso una regla conectando los extremos diagonalmente opuestos de la unidad. La cuña se insertó en el punto de máxima deflexión, utilizando la cuña milimetrada para este propósito como se observa en la Figura 14a y 14b.
- La medición de la concavidad y convexidad se llevó a cabo siguiendo las directrices de la norma, utilizando una regla y una cuña graduada, ya sea de acero o madera. (NTP 399.613, 2017)



3.4.3 Ensayo para determinar la absorción

- Se marcó una medida casi exacta en su longitud como se ve en la Figura 10a para que puedan ser cortadas a la mitad mediante una moledora, con la finalidad de obtener especímenes aproximadamente planos y paralelos, sin astillas ni rajaduras como se ve en la Figura 10b.
- Las unidades fueron colocadas en el horno y expuestas a una temperatura de 110°C durante al menos 24 horas, asegurando así su completa desecación como se ve en la Figura 11a.
- Se pesaron las unidades después de haberse enfriado en aproximadamente 3 horas como se observa en la Figura 11b.
- Después, las unidades fueron inmersas completamente en un recipiente de agua durante un período de 24 horas. Posteriormente, se volvieron a pesar, permitiendo así la determinación de la absorción de las unidades como se observa en las Figuras 12c y 13c.
- La absorción se muestra en porcentaje como se indica en la Ecuación 4:

$$\text{Absorción}\% = 100 \times \frac{(w_s - w_d)}{w_d} \dots\dots\dots \text{Ecuación 4}$$

Donde:

W_s = Peso saturado 24 horas en agua en kg

W_d = Peso seco en kg

Figura 10

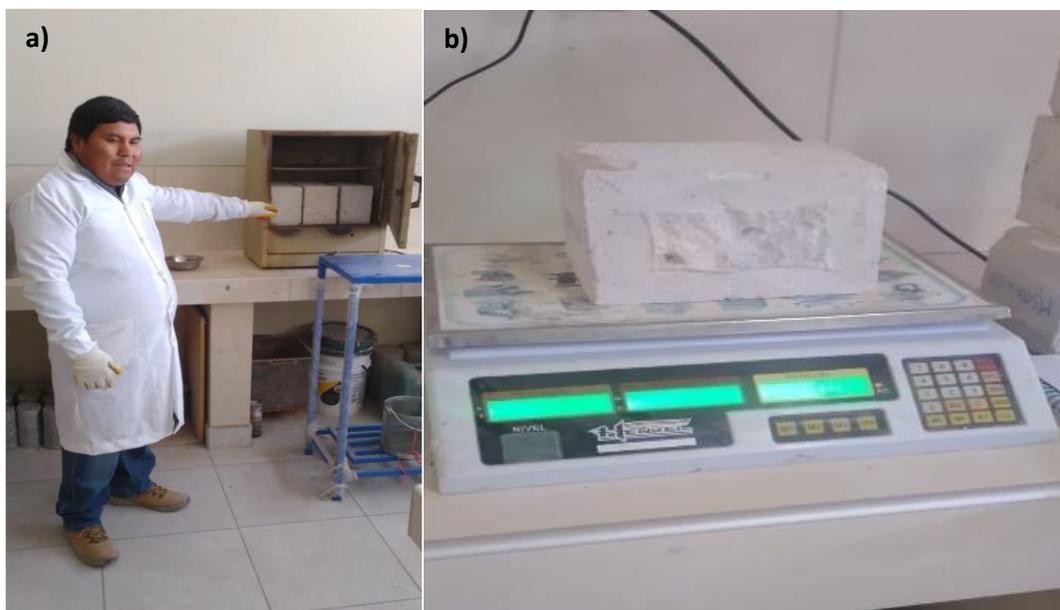
Corte de medias unidades para ensayo de absorción



Nota: a) En la figura el corte que se realizó para obtener medias unidades. b) en la figura las muestras de sillar cortadas en medias unidades

Figura 11

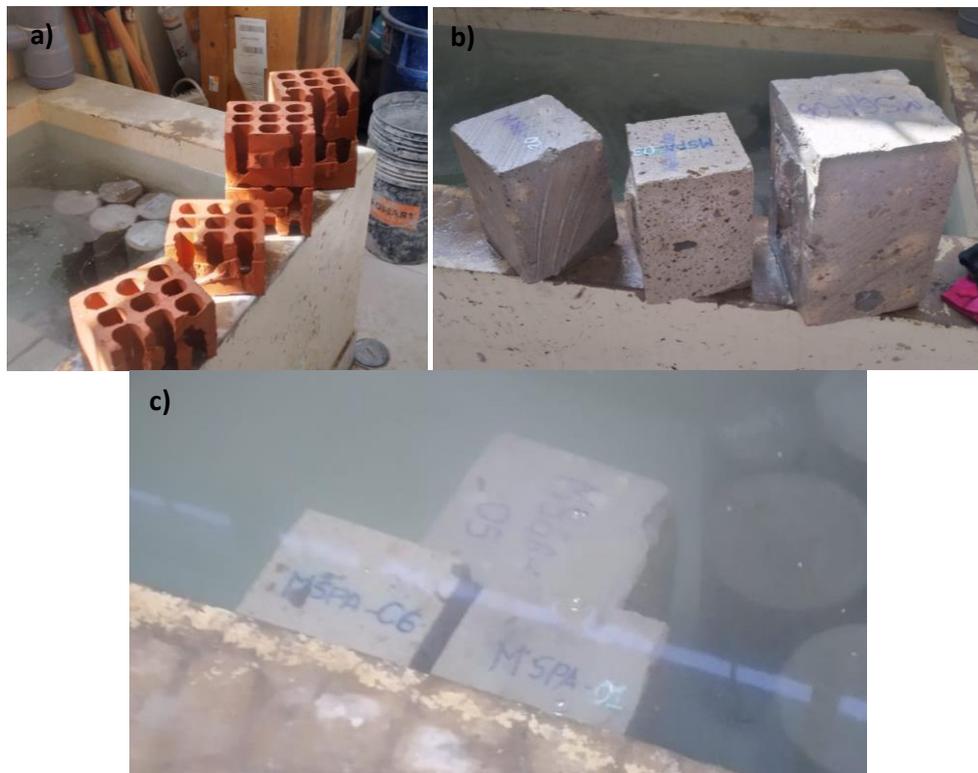
Se pesaron las muestras en estado seco y obtener el peso seco



Nota: a) En la figura las muestras de sillar colocadas en el horno para obtener su peso seco. b) En la figura la muestra de sillar pesada.

Figura 12

Luego de sumergir las muestras se sacan del tanque de agua



Nota. a) En la figura las muestras de ladrillo King Kong listas para sumergir en la poza. b) En la figura las muestras de sillar ya saturadas secadas con un paño. c) En la figura las muestras de sillar sumergidas.

Figura 13

Se pesó las muestras luego de sumergido 24 horas

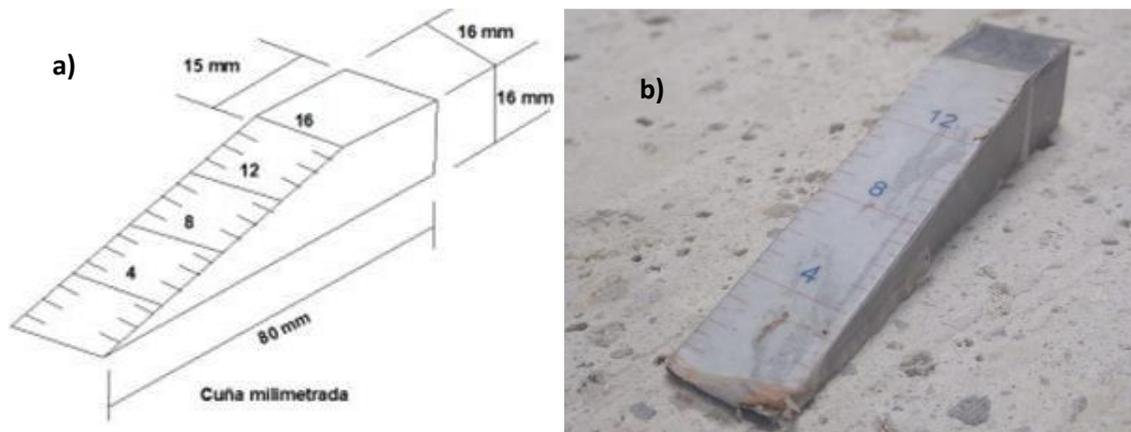




Nota: a) En la figura las muestras de sillar medias mitades para ensayo de absorción. b) En la figura las medias mitades de las unidades listas para sumergirse en el tanque y saturarlas por 24 horas. c) En la figura el tesista una vez saturado las muestras de sillar se pesan.

Figura 14

Medida de la concavidad y convexidad con ayuda de la cuña



Nota: a) En la figura la cuña milimetrada y sus dimensiones. Fuente: Ccama (2021). b) En la figura la cuña milimetrada utilizada en esta investigación.

3.4.4 Ensayo del porcentaje de vacíos

Las unidades fueron dispuestas sobre una superficie plana, y se procedió a llenar los alvéolos con arena graduada. La arena se dejó caer de manera natural, sin forzar su presencia en los núcleos. Posteriormente, se niveló la arena en las perforaciones como se aprecia en la Figura 15 y Figura 16a.

Figura 15

Ensayo de porcentaje de vacíos se enrasó la arena graduada



Figura 16

Realizando el ensayo de porcentaje de vacíos



Nota: a) En la figura se observa al tesista realizando el ensayo de porcentaje de vacíos. b) En la figura una vez enrasado la arena graduada se procede a pesar la arena y así obtener el peso.

- Después de levantar la unidad, procedimos a pesar la arena contenida en los alvéolos. Conociendo el peso de los espacios vacíos y la densidad de la arena ya graduada, calculamos el volumen de los vacíos como se muestra en la Figura 16b.



- La Ecuación 5 expresa el volumen de los alveolos:

$$V_A = \frac{P_a}{D_a} \dots\dots\dots \text{Ecuación 5}$$

Donde:

V_A = Volumen de alveolos en cm^3

P_a = Peso de la arena en gr

D_a = Densidad de la arena en gr/cm^3

Se calcula el porcentaje de vacíos:

$$\% \text{ Vacios} = \frac{V_A}{V} \times 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación 6}$$

Donde:

$\% \text{ Vacíos}$ = Porcentaje de vacíos en %

V_A = Volumen de alveolos en cm^3

V = Volumen de la unidad en cm^3

3.4.5 Ensayo de resistencia a la compresión de las unidades

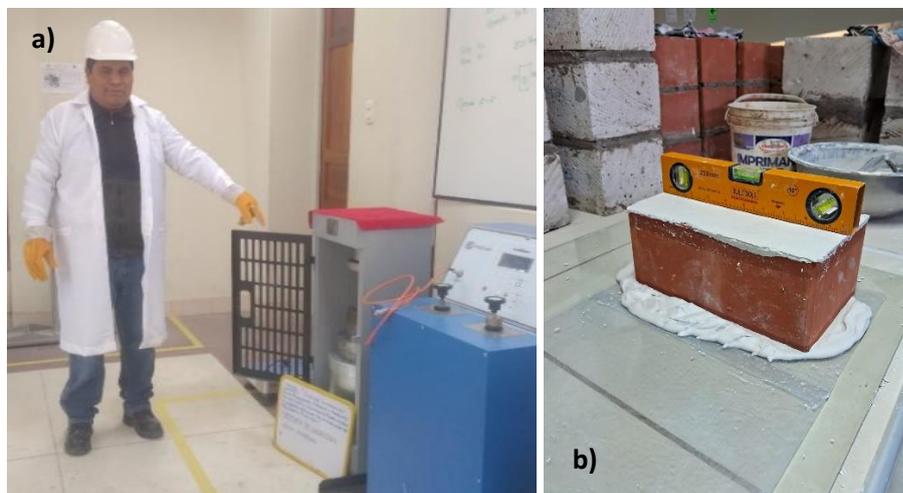
- Las unidades fueron sometidas a un período de no menos de 24 horas en el horno, a una temperatura de 110°C , con el fin de lograr un completo secado.
- Posteriormente, se aplicó una fina capa de yeso, no excediendo los 3 mm, en las caras opuestas. Esta práctica se llevó a cabo debido a que las unidades de albañilería presentan deformaciones en sus caras, detectables durante la aplicación de carga en la máquina de compresión. La capa de capping (yeso)

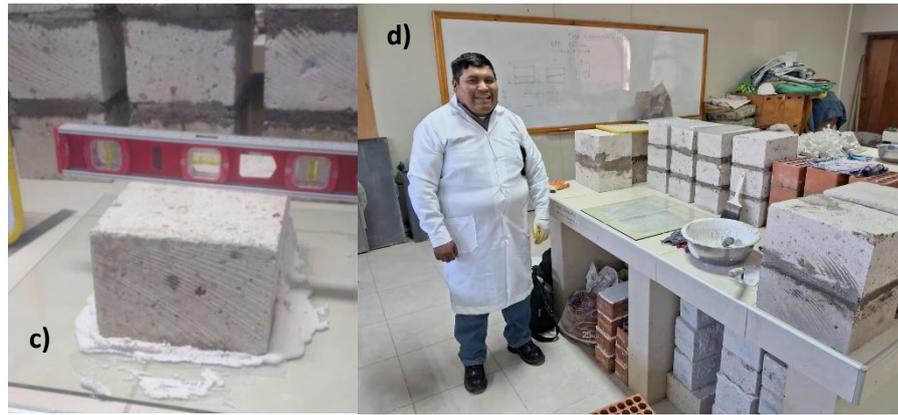
se utiliza para asegurar una distribución uniforme de las cargas en toda el área de contacto de la unidad. Después de este proceso, es necesario permitir que el yeso se seque durante al menos 24 horas antes de realizar los ensayos como se ve en las Figuras 17b, 17c y 17d.

- En el ensayo en la máquina de compresión como se muestra en la Figura 17a luego preparar la máquina de compresión y colocar la muestra a ensayar como se muestra en las Figuras 18a, 18b y la Figura 19c, se aplica una carga vertical con una velocidad controlada por el técnico de tal manera que no llegue a la rotura en unos 3 a 5 minutos. Luego se debe anotar cada 500 kg de carga su respectiva deformación el deformímetro como de la pantalla de la máquina automática Pinzuar como se ve en la Figura 19d.

Figura 17

La máquina de compresión y el capeado de las muestras





Nota: a) En la figura la máquina de compresión. b) En la figura el proceso de capeado del ladrillo king kong. c) En la figura el proceso de capeado en las muestras de sillar. d) En la figura mi persona en trabajo de capeado.

Figura 18

Los anillos y la puesta de la muestra a ensayar



Nota: a) En la figura la colocación de los anillos en la máquina de compresión para la rotura de unidades. b) En la figura la colocación de la muestra de ladrillo King Kong en la máquina de compresión.

Figura 19

El procedimiento de colocación y ensayo de las muestras



Nota: a) En la figura se aprecia los anillos y las placas utilizados en la máquina de compresión. b) En la figura vemos el ladrillo King Kong capeado listo para rotura junto a la máquina de compresión. c) En la figura la máquina de compresión con la muestra de ladrillo King Kong. d) En la figura la máquina de compresión automática marca Pinzuar haciendo la lectura.

- Por último, se calcula la resistencia a compresión de la unidad dividiendo la carga última entre el área de contacto como se muestra en la Ecuación 7:

$$f'_b \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{Pu}{Area} \dots \dots \dots \text{Ecuación 7}$$

Donde:

f'_b = Resistencia a compresión de la unidad

P_u = Es la carga última aplicada al espécimen

Área = Área de las caras de apoyo de la unidad



3.4.6 Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería

- En primer lugar, se eligieron las unidades de albañilería destinadas para este ensayo. Posteriormente, se mojaron con la ayuda de una manguera aproximadamente media hora antes de comenzar la construcción.
- Se elaboró la mezcla de mortero utilizando cemento Portland IP de la marca Rumi, arena de río proveniente de la cantera de Cutimbo y agua potable. Los materiales fueron mezclados hasta alcanzar una consistencia y trabajabilidad adecuadas. Luego, se procedió a colocar las unidades con un espesor de junta de 1 cm, continuando de esta manera hasta completar las tres unidades como se aprecia en las Figuras 21b, 23a, Figuras 23c, 23d y Figura 21a.
- Desde el día en que fueron construidos las pilas se cuenta 28 días para ser ensayadas a compresión, lo cual se define como la relación entre la carga axial y el área de la sección transversal y se muestra en la Ecuación 8 y la Figura 22a:

$$f'_m = C * \frac{P_{max}}{Area} \dots\dots\dots \text{Ecuación 8}$$

Figura 20

En la figura tenemos los materiales para la preparación de la mezcla para albañilería



Nota: a) En la figura mi persona y la arena gruesa que se trasladó a laboratorio. b) En la figura inspeccionando el material.

Figura 21

Se preparo la mezcla para la albañilería y se construyó los prismas



Nota: a) en la figura la preparación de la mezcla para albañilería. b) En la figura la elaboración de los prismas de sillar grande.

Figura 22

En la figura la prueba de resistencia en prismas de sillar pequeño y la falla



Nota: a) En la figura la rotura de los prismas de sillar pequeño. b) El prisma de sillar pequeño presenta una falla y resquebrajamiento.

3.4.7 Curado

Según investigaciones realizadas por San Bartolomé (1994), se ha demostrado que la adhesividad mortero – unidad de albañilería mejora en cuanto a su resistencia a compresión cuando el mortero es curado con agua, en relación a los especímenes que no son curado luego en las Figuras 23b y 24 podemos apreciar las muestras de esta investigación en proceso de curado para posteriormente ser ensayadas.

Figura 23

En la figura el proceso de construcción de los prismas



Nota: a) Se aprecia la construcción de pilas de sillar grande. b) Se aprecia el acabado final de las pilas. c) en la figura la construcción de los prismas de ladrillo d) en la figura los prismas de ladrillo acabados.

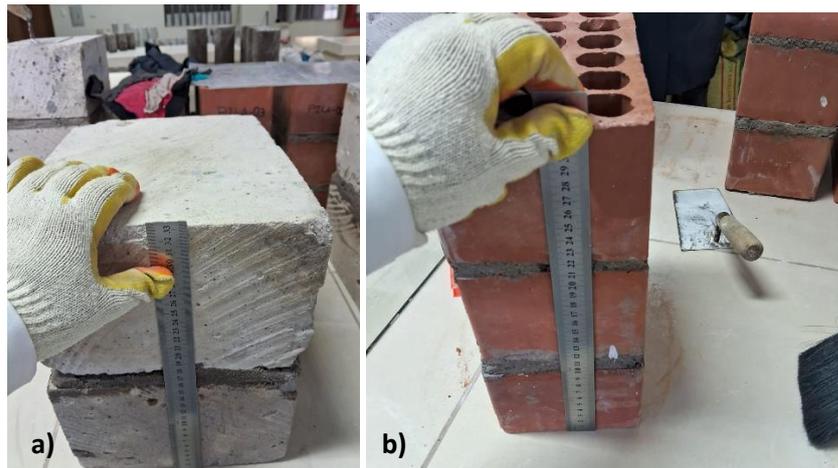
Figura 24

El curado de las muestras procedimiento importante en esta etapa



Figura 25

Finalmente se hizo la toma de dimensiones de los prismas



Nota: a) Toma de medidas para esbeltez en los prismas de sillar grande. b) Toma de medidas en las pilas de ladrillo King Kong.

Figura 26

Toma de medidas para la esbeltez



3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La Tabla 10 presenta la operacionalización de variables.

Tabla 10

Operacionalización de variables

VARIABLE A DESCRIBIR	DIMENSIONES	INDICADORES
PROPIEDADES BÁSICAS	Variación dimensional	Ancho (cm) Largo (cm) Altura (cm)
	Alabeo	Cóncavo Convexo
	Porcentaje vacíos	Volumen de alveolos
	Absorción	<ul style="list-style-type: none"> • W_{saturado} • W_{seco}
PROPIEDADES DE RESISTENCIA	Resistencia a la Compresión de unidades de albañilería	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerza de compresión en rotura • Área



VARIABLE A DESCRIBIR	DIMENSIONES	INDICADORES
	Resistencia a la Compresión de prismas de albañilería	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerza de Compresión • Esbeltez • Área

3.6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

3.6.1 Distribución porcentual de los datos en cuadros estadísticos

Se llevó a cabo una distribución de los datos en tablas de frecuencia bidimensionales, las cuales son útiles para calcular los porcentajes correspondientes a cada una de las categorías predefinidas en los instrumentos de medición.

3.6.2 Interpolación de gráficos

Se efectuó una interpolación de los datos en gráficos de barras o histogramas de frecuencia, los cuales ofrecen una mayor claridad y simplicidad en la comprensión de la naturaleza de los resultados.

3.6.3 Media aritmética

La media aritmética, como medida de tendencia central, fue utilizada para analizar los resultados de las variables, se muestra mediante la Ecuación 9:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots\dots \text{Ecuación 9}$$

Dónde:

Σ = Sumatoria de los datos

X_i = Dato a considerar



n = Número de datos

3.6.4 Desviación estándar

Se empleó la desviación estándar para evaluar la variabilidad promedio de las observaciones con respecto a la media aritmética, mediante la Ecuación 10:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n-1}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 10}$$

Dónde:

σ = Desviación estándar muestral

X_i = Dato a considerar

n = Número de datos

3.6.5 Prueba de normalidad de los datos obtenidos

Las pruebas de normalidad se emplean para establecer si la distribución de datos sigue o no una distribución normal. Esto es importante porque muchos procedimientos estadísticos asumen que los datos siguen una distribución normal, y utilizar estos procedimientos con datos que no siguen una distribución normal puede llevar a resultados tergiversados o poco precisos (Sánchez, 2023).

La distribución normal es una de las distribuciones más utilizadas en la investigación científica y en la toma de decisiones en general, por lo que es importante determinar si los datos que se tiene disponibles se ajustan a esta distribución para poder utilizar los procedimientos estadísticos adecuados (Sánchez, 2023).

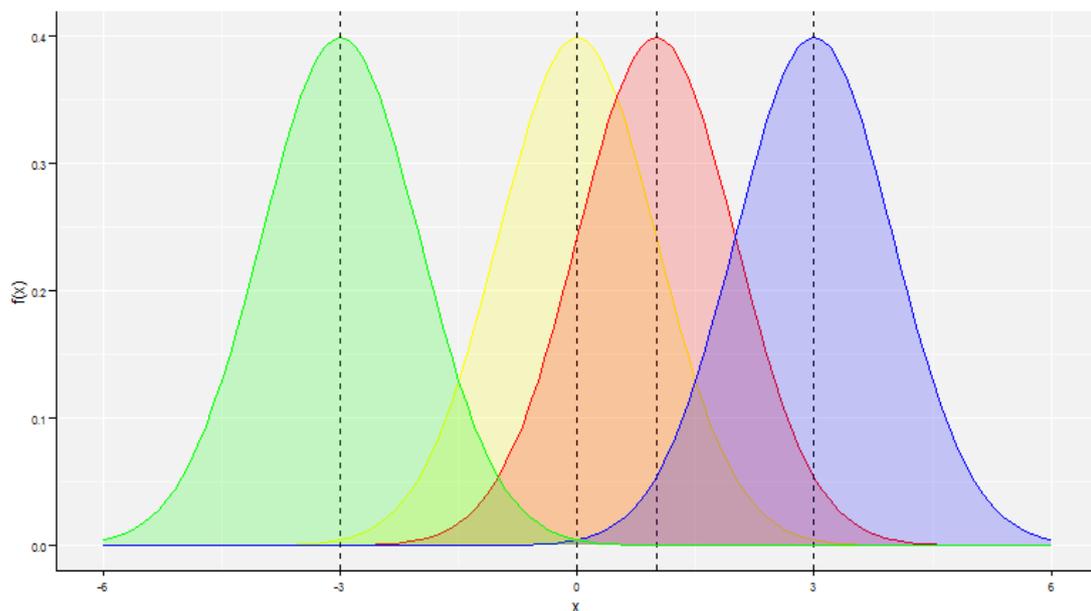
3.6.5.1 Gráficos Cuantil-Cuantil QQ

Un gráfico Cuantil-Cuantil permite observar cuan cerca está la distribución de un conjunto de datos a alguna distribución ideal o comparar la distribución de dos conjuntos de datos (Kelmasky, 2008).

El uso de gráficos presenta varias ventajas, como, por ejemplo, la sencillez de interpretación o la facilidad para obtener el diagrama a través de los propios paquetes estadísticos. Sin embargo, el principal inconveniente es la desigualdad de la interpretación visual, ya que, al contrario de las pruebas de significación estadística, las pruebas gráficas no incluyen ningún valor de “p” (Romero, 2016).

Figura 27

Medias de la distribución normal



Nota: Tomado de Sánchez (2023).

3.6.6 Prueba de normalidad Shapiro Wilk

Se menciona lo siguiente:



La prueba Shapiro Wilk, se restringió originalmente para tamaños de muestra pequeños ($n < 50$). Esta prueba fue la primera que fue capaz de detectar desviaciones de la normalidad, ya sea debido a la asimetría o curtosis, o ambos. Se ha convertido en la prueba preferida debido a sus buenas propiedades de potencia en comparación con una amplia gama de pruebas alternativas (Carmona y Carrión, 2015).

Las hipótesis a contrastar están establecidas de la siguiente manera:

H_0 = la distribución de datos de la muestra no es diferente a la normalidad.

H_1 = la distribución de datos de la muestra es diferente a la normalidad.

El estadístico de prueba, es el siguiente y se ve en la Ecuación 11:

$$W_c = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \dots \dots \dots \text{Ecuación 11}$$



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Resultados para ladrillos King Kong y unidades de sillar

4.1.1.1 Ensayo de variación dimensional

4.1.1.1.1 Resultados

Los datos obtenidos a través de mediciones en el laboratorio, según la norma NTP 399.613 en el ladrillo King Kong, proporcionan una detallada comprensión de sus dimensiones físicas. En la Tabla 11 se detallan las mediciones de largo para ocho especímenes donde se presentan no solo los resultados individuales (L_1 , L_2 , L_3 , L_4) sino también estadísticas adicionales como el promedio (L_{prom}), la desviación estándar (σ) y la variación dimensional ($V \%$). El largo promedio se establece en 23.75 cm con una mínima desviación estándar de 0.20 cm y un porcentaje bajo de la variación dimensional del 0.85%, sugiriendo una consistencia notoria en las medidas de largo.

En la Tabla 12 damos a conocer el ancho de los ladrillos. Aquí, el promedio del ancho es 14.11 cm con una desviación estándar de 0.15 cm y una variación dimensional del 1.09%. Estos resultados indican una variabilidad ligeramente mayor en las dimensiones de ancho en comparación con el largo.

Tabla 11*Largo – Ladrillo King Kong*

Espécimen	Largo (cm)					Resultados por cada unidad	
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L _{Prom}	σ	V (%)
ML-01	23.75	23.75	23.65	23.75	23.73	0.01	0.21
ML-02	23.55	23.55	23.55	23.65	23.58	0.07	0.21
ML-03	23.60	23.65	23.60	23.55	23.60	0.06	0.17
ML-04	23.85	23.85	23.90	23.95	23.89	0.05	0.20
ML-05	23.95	24.05	23.95	23.95	23.98	0.08	0.21
ML-06	23.90	23.85	23.75	23.80	23.83	0.03	0.27
ML-07	23.90	23.80	24.10	24.15	23.99	0.09	0.69
ML-08	23.45	23.50	23.40	23.40	23.44	0.12	0.20
Promedio					23.75		
					σ	0.20	
					V (%)	0.85	

Tabla 12*Ancho – Ladrillo King Kong*

Espécimen	Ancho (cm)					Resultados por cada unidad	
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A _{Prom}	σ	V (%)
ML-01	14.10	14.10	14.00	14.15	14.09	0.06	0.45
ML-02	13.80	13.90	14.00	14.00	13.93	0.10	0.69
ML-03	14.10	14.15	14.00	14.00	14.06	0.08	0.53
ML-04	14.25	14.15	14.30	14.15	14.21	0.08	0.53
ML-05	14.30	14.30	14.20	14.30	14.28	0.05	0.35
ML-06	14.20	14.15	14.15	14.10	14.15	0.04	0.29
ML-07	14.20	14.20	14.35	14.35	14.28	0.09	0.61
ML-08	13.90	13.90	13.80	13.85	13.86	0.05	0.35
Promedio					14.11		
					σ	0.15	
					V (%)	1.09	

La Tabla 13 presenta mediciones de altura para cada espécimen mostrando un promedio de 9.83 cm, una desviación estándar de 0.21 cm y una variación dimensional del 2.15%. Estos datos ofrecen una apreciación de las características dimensionales del ladrillo King Kong demostrando tanto su uniformidad como las ligeras variaciones que pueden existir en estas dimensiones.

Tabla 13*Altura – Ladrillo King Kong*

Espécimen	Alto (cm)					Resultados por cada unidad	
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H _{Prom}	σ	V (%)
ML-01	10.20	10.10	10.10	10.20	10.15	0.06	0.57
ML-02	10.10	10.00	10.00	10.10	10.05	0.06	0.57
ML-03	9.90	9.70	9.80	9.50	9.73	0.17	1.76
ML-04	9.80	9.90	9.80	9.90	9.85	0.06	0.59
ML-05	9.60	9.70	9.60	9.70	9.65	0.06	0.60
ML-06	10.05	9.80	10.00	9.95	9.95	0.11	1.09
ML-07	9.65	9.75	9.75	9.75	9.73	0.05	0.51
ML-08	9.50	9.55	9.50	9.55	9.53	0.03	0.30
Promedio					9.83		
					σ	0.21	
					V (%)	2.15	

En el análisis de los datos presentados para la Muestra de sillar pequeño se muestra las características de sus dimensiones físicas como largo, ancho y altura. En la Tabla 14 se presentan mediciones para el Largo, se evidencia cierta variabilidad en las mediciones longitudinales, con un largo promedio de 25.31 cm. y una variación dimensional del 3.01%.

Tabla 14*Largo – Sillar pequeño*

Especimen	Largo (cm)					Resultados por cada unidad	
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L _{Prom}	σ	V (%)
MSP-01	25.60	25.55	25.80	25.80	25.69	0.13	0.51
MSP-02	25.90	25.50	25.45	25.80	25.66	0.22	0.86
MSP-03	25.90	26.00	25.50	25.80	25.80	0.22	0.84
MSP-04	25.75	25.85	25.70	25.85	25.79	0.08	0.29
MSP-05	25.55	25.75	25.75	25.75	25.70	0.10	0.39
MSP-06	25.65	25.70	25.70	25.75	25.70	0.04	0.16
MSP-07	24.05	24.20	24.00	24.10	24.09	0.09	0.35
MSP-08	24.10	24.00	24.10	24.10	24.08	0.05	0.21
Promedio					25.31		
					σ	0.76	
					V (%)	3.01	

La Tabla 15 se presenta las mediciones del Ancho lo cual muestra una mayor uniformidad en las dimensiones horizontales, con un ancho promedio de 17.80 cm. y una variación dimensional del 0.92%. Finalmente, en la Tabla 16 se presenta las mediciones de la Altura con un promedio de altura de 12.68 cm. y una variación dimensional del 1.18%.

Tabla 15

Ancho – Sillar pequeño

Espécimen	Ancho (cm)					Resultados por unidad	
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A _{Prom}	σ	V (%)
MSP-01	17.65	17.75	17.50	17.60	17.63	0.10	0.59
MSP-02	17.60	18.00	18.40	17.40	17.85	0.44	2.48
MSP-03	17.90	18.00	17.90	17.90	17.93	0.05	0.28
MSP-04	18.00	18.00	17.95	18.00	17.99	0.03	0.14
MSP-05	17.70	17.70	17.65	17.50	17.64	0.09	0.54
MSP-06	18.00	17.95	17.80	17.85	17.90	0.09	0.51
MSP-07	17.85	17.70	18.10	18.00	17.91	0.18	0.98
MSP-08	17.55	17.70	17.50	17.50	17.56	0.09	0.54
Promedio					17.80		
σ					0.16		
V (%)					0.92		

Tabla 16

Altura – Sillar pequeño

Espécimen	Altura (cm)					Resultados por unidad	
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H _{Prom}	σ	V (%)
MSP-01	12.50	12.50	12.70	12.70	12.60	0.12	0.92
MSP-02	12.70	12.65	12.50	12.50	12.59	0.10	0.82
MSP-03	12.50	12.60	12.60	12.50	12.55	0.06	0.46
MSP-04	12.90	13.00	12.90	12.80	12.90	0.08	0.63
MSP-05	12.60	12.60	12.50	12.50	12.55	0.06	0.46
MSP-06	12.70	12.60	12.50	12.50	12.58	0.10	0.76
MSP-07	12.80	12.65	12.90	12.65	12.75	0.12	0.96
MSP-08	12.75	12.95	12.75	13.10	12.89	0.17	1.32
Promedio					12.68		
σ					0.15		
V (%)					1.18		

La Tabla 17 presenta mediciones del largo para ocho especímenes de la Muestra de sillar grande (MSG-01 a MSG-08) donde se muestra un promedio general de 29.71 cm con una mínima desviación estándar de 0.26 cm y una variación dimensional del 0.88%. Estos resultados indican una consistencia en las dimensiones longitudinales del sillar grande.

Tabla 17*Largo – Sillar grande*

Especímen	Largo (cm)					Resultados por unidad	
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L _{Prom}	σ	V (%)
MSG-01	29.45	29.50	29.40	29.30	29.41	0.09	0.29
MSG-02	29.60	29.80	29.80	29.80	29.75	0.10	0.34
MSG-03	29.80	29.60	29.85	29.50	29.69	0.17	0.56
MSG-04	29.40	29.70	29.10	29.60	29.45	0.26	0.90
MSG-05	29.80	29.50	29.50	29.50	29.58	0.15	0.51
MSG-06	30.00	30.05	30.55	30.40	30.25	0.27	0.88
MSG-07	29.70	29.80	29.90	29.90	29.83	0.10	0.32
MSG-08	29.70	30.00	29.70	29.55	29.74	0.19	0.63
Promedio					29.71		
					σ	0.26	
					V (%)	0.88	

La Tabla 18 detalla mediciones de ancho para los mismos especímenes mostrando un ancho promedio de 23.77 cm con una desviación estándar de 0.24 cm y una variación dimensional del 0.99%. Estos datos sugieren uniformidad en las dimensiones horizontales del sillar grande.

Tabla 18

Ancho – Sillar grande

Especimen	Ancho (cm)					Resultados por unidad	
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A _{Prom}	σ	V (%)
MSG-01	24.00	24.00	23.90	24.00	23.98	0.05	0.21
MSG-02	24.00	23.85	23.80	23.70	23.84	0.13	0.52
MSG-03	23.70	24.00	24.00	24.00	23.93	0.15	0.63
MSG-04	23.50	23.50	23.50	23.50	23.50	0.00	0.00
MSG-05	23.40	23.40	23.50	23.50	23.45	0.06	0.25
MSG-06	24.20	24.10	24.20	24.00	24.13	0.10	0.40
MSG-07	23.50	23.70	23.70	23.80	23.68	0.13	0.53
MSG-08	24.00	23.90	23.60	23.10	23.65	0.40	1.71
Promedio					23.77		
σ					0.24		
V (%)					0.99		

Tabla 19

Altura – Sillar grande

Especimen	Altura (cm)					Resultados por unidad	
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H _{Prom}	σ	V (%)
MSG-01	15.50	15.30	15.85	15.60	15.56	0.23	1.47
MSG-02	15.50	15.50	15.50	15.40	15.48	0.05	0.32
MSG-03	15.80	15.70	15.90	15.70	15.78	0.10	0.61
MSG-04	15.50	15.70	15.50	15.50	15.55	0.10	0.64
MSG-05	16.00	16.20	16.00	16.10	16.08	0.10	0.60
MSG-06	15.60	15.60	15.50	15.00	15.43	0.29	1.86
MSG-07	15.50	15.50	15.60	15.50	15.53	0.05	0.32
MSG-08	16.50	16.50	16.50	17.00	16.63	0.25	1.50
Promedio					15.75		
σ					0.41		
V (%)					2.61		

Por otro lado, la Tabla 19 presenta mediciones de altura para los mismos especímenes evidenciando un promedio de 15.75 cm con una desviación estándar de 0.41 cm y una variación dimensional del 2.61% indicando una moderada variabilidad dimensional en las dimensiones verticales del sillar grande.

4.1.1.1.2 Resumen

A continuación, se presenta la Tabla 20.

Tabla 20

Resumen de dimensiones promedio de las muestras analizadas

Especímen	Dimensiones (cm)		
	L (cm)	A (cm)	H (cm)
Ladrillo King Kong	23.75	14.11	9.83
Sillar Pequeño	25.31	17.80	12.68
Sillar Grande	29.71	23.77	15.75

4.1.1.2 Ensayo medida del alabeo

4.1.1.2.1 Resultados

La Tabla 21 presenta mediciones según la norma NTP 399.613 detalladas de alabeo en el ladrillo King Kong mecanizado detallando los valores de deformación cóncava y convexa en las caras A y B de las muestras. Los resultados muestran un promedio de alabeo cóncavo de 0.35 mm y alabeo convexo de 0.13 mm. Este análisis proporciona información valiosa sobre la calidad de la producción del ladrillo King Kong mecanizado destacando su uniformidad en las deformaciones.

Tabla 21*Alabeo – Ladrillo King Kong mecanizado*

Especimen	Cara A		Cara B		Alabeo	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
ML- 01	0.10	0.00	0.50	0.00	0.30	0.00
ML- 02	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00
ML- 03	0.15	0.00	0.20	0.00	0.18	0.00
ML- 04	0.15	0.10	0.15	0.00	0.15	0.05
ML- 05	0.30	0.00	0.30	0.00	0.30	0.00
ML- 06	0.10	0.00	1.50	0.00	0.80	0.00
ML- 07	0.00	0.20	0.10	0.50	0.05	0.35
ML- 08	0.00	1.25	0.00	0.50	0.00	0.88
				Promedio	0.35	0.13

En la Tabla 22 se detallan mediciones de alabeo para el sillar pequeño evidenciando mínimas deformaciones en las caras A y B. El promedio de alabeo cóncavo es de 0.00 mm y convexo de 0.06 mm indicando una consistencia destacada en las dimensiones y calidad del sillar pequeño. La Tabla 23 presenta mediciones similares para el sillar grande con un promedio de alabeo cóncavo de 0.03 mm y convexo de 0.06 mm. Estos resultados subrayan la calidad y uniformidad en las dimensiones del sillar grande fundamentales para su aplicación en proyectos de construcción.

Tabla 22*Alabeo – Sillar pequeño*

Especimen	Cara A		Cara B		Alabeo	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
MSP-01	0.00	0.30	0.00	0.10	0.00	0.20
MSP-02	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10

Especímen	Cara A		Cara B		Alabeo	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
MSP-03	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.05
MSP-04	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.05
MSP-05	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.05
MSP-06	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.03
MSP-07	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.05
MSP-08	0.00	0.05	0.00	0.02	0.00	0.04
Promedio					0.00	0.06

Tabla 23

Alabeo – Sillar grande

Especímen	Cara A		Cara B		Alabeo	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
MSG-01	0.00	0.15	0.00	0.10	0.00	0.13
MSG-02	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.03
MSG-03	0.50	0.05	0.00	0.10	0.25	0.08
MSG-04	0.00	0.05	0.00	0.10	0.00	0.08
MSG-05	0.10	0.00	0.00	0.05	0.05	0.03
MSG-06	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.05
MSG-07	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.05
MSG-08	0.00	0.10	0.00	0.05	0.00	0.08
Promedio					0.03	0.06

4.1.1.2.2 Resumen

A continuación, se presenta la Tabla 24 que es el resumen del promedio del alabeo de las muestras analizadas.

Tabla 24

Resumen de alabeo - muestras analizadas

Especímen	Alabeo	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
Ladrillo King Kong	0.35	0.13



Especimen	Alabeo	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
Sillar Pequeño	0.00	0.06
Sillar Grande	0.03	0.06

4.1.1.3 Ensayo de absorción

4.1.1.3.1 Resultados

La Tabla 25 presenta datos detallados, según la norma NTP 399.613, sobre la absorción de ladrillo King Kong, destacando las dimensiones promedio de largo, ancho, altura y el volumen de cada espécimen. El porcentaje de absorción se calcula mediante la diferencia entre el peso en condiciones secas y saturadas, obteniendo un promedio del 11.42%. Estos resultados indican la capacidad del ladrillo King Kong para retener agua, información importante para evaluar su capacidad en contextos con variaciones de humedad. En la Tabla 26, se muestran mediciones de absorción en el sillar pequeño, incluyendo sus dimensiones promedio y el volumen. El porcentaje de absorción se calcula a partir de los pesos secos y saturados, obteniendo un promedio del 21.20%. Estos datos resaltan la capacidad del sillar pequeño para retener agua. La Tabla 27 ofrece un análisis similar para el sillar grande, indicando un promedio de absorción del 22.92%, destacando la importancia de considerar la capacidad de estos materiales para resistir la humedad en entornos constructivos diversos.

Tabla 25*Absorción – Ladrillo King Kong*

Espécimen	Dimensiones (cm)			Volumen Bruto (cm ³)	W Seco (gr)	W Saturado (gr)	% ABS
	LProm	AProm	HProm				
MLA-01	14.15	11.65	9.95	1640.23	1586.63	1790.33	12.84
MLA-02	14.13	11.75	9.91	1645.33	1537.78	1727.75	12.35
MLA-03	14.11	11.60	9.70	1587.66	1525.73	1692.40	10.92
MLA-04	14.09	11.33	9.85	1572.45	1541.68	1701.23	10.35
MLA-05	14.08	11.50	9.73	1575.48	1507.41	1683.92	11.71
MLA-06	14.05	11.60	9.79	1595.57	1585.71	1749.98	10.36
PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)							11.42

Tabla 26*Absorción – Sillar pequeño*

Espécimen	Dimensiones (cm)			Volumen Bruto (cm ³)	W Seco (kg)	W Saturado (kg)	% ABS
	LProm	AProm	HProm				
MSP-01	17.70	12.85	12.63	2872.63	4.450	5.395	21.24
MSP-02	17.35	12.43	12.13	2615.96	4.260	5.095	19.60
MSP-03	17.70	12.25	12.70	2753.68	3.895	4.780	22.72
MSP-04	17.38	12.10	12.30	2586.67	4.095	4.940	20.63
MSP-05	17.10	12.55	12.50	2682.56	4.375	5.220	19.31
MSP-06	17.55	12.90	12.60	2852.58	3.945	4.880	23.70
PROMEDIO DE ABSORCIÓN (%)							21.20

Tabla 27*Absorción – Sillar grande*

Espécimen	Dimensiones (cm)			Volumen Bruto (cm ³)	W Seco (kg)	W Saturado (kg)	% ABS
	LProm	AProm	HProm				
MSG-01	24.13	14.00	15.50	5235.13	8.085	10.085	24.74
MSG-02	23.50	14.40	15.30	5177.52	8.300	10.015	20.66



Especimen	Dimensiones (cm)			Volumen Bruto (cm ³)	W Seco (kg)	W Saturado (kg)	% ABS
	L _{Prom}	A _{Prom}	H _{Prom}				
MSG-03	23.25	14.05	14.90	4867.27	7.420	9.280	25.07
MSG-04	23.00	14.78	15.30	5199.32	7.740	9.660	24.81
MSG-05	23.75	14.23	15.28	5160.56	8.405	10.055	19.63
MSG-06	23.85	14.73	15.45	5425.90	8.440	10.350	22.63
ABSORCIÓN (%)							22.92

4.1.1.3.2 Resumen

A continuación, se presenta la Tabla 28.

Tabla 28

Resumen absorción

Especimen	Promedio de Absorción
	%
Ladrillo Mecanizado	11.42
Sillar Pequeño	21.20
Sillar Grande	22.92

4.1.1.4 Ensayo de medida del área de vacíos en unidades perforadas

4.1.1.4.1 Resultados

La Tabla 29 presenta el porcentaje de vacíos según la norma NTP 399.613 en el ladrillo King Kong evaluando la densidad de la arena y la presencia de alveolos en cada espécimen. El promedio del porcentaje de vacíos se estima en un 55.60%.

Estos datos proporcionan una comprensión detallada de la distribución de alveolos en los ladrillos siendo crucial para evaluar su capacidad de aislamiento térmico y acústico, así como su resistencia estructural.

Este análisis revela variaciones en el porcentaje de vacíos entre los diferentes tipos de muestra como el ladrillo King Kong y las unidades de sillar indicando posibles diferencias en la calidad y fabricación. La densidad uniforme de la arena en los alveolos y la consistencia en el volumen de alveolos son factores cruciales para comprender la resistencia y las propiedades aislantes de las muestras analizadas, elementos clave en su aplicación en construcción.

Tabla 29

Medida de vacíos

Espécimen	Volumen Bruto	Peso de Arena en los Alveolos			Promedio	Densidad de la Arena	Volumen de Alveolos	% VACÍOS
	(cm ³)	1	2	3	G	(gr/cm ³)	(cm ³)	
ML-01	3393.71	2596.60	2629.51	2674.82	2633.64	1.417	1858.61	54.77
ML-02	3301.12	2583.05	2597.83	2575.68	2585.52	1.417	1824.64	55.27
ML-03	3228.57	2537.01	2544.03	2524.31	2535.12	1.417	1789.07	55.41
ML-04	3343.85	2658.97	2689.14	2670.92	2673.01	1.417	1886.39	56.41
ML-05	3304.49	2619.43	2611.89	2616.65	2615.99	1.417	1846.15	55.87
ML-06	3355.09	2538.08	2514.24	2723.53	2591.95	1.417	1829.18	54.52
ML-07	3333.28	2586.78	2578.59	2570.65	2578.67	1.417	1819.81	54.60
ML-08	3096.09	2543.85	2528.10	2552.89	2541.61	1.417	1793.66	57.93
PROMEDIO DE % DE VACÍOS								55.60

Tabla 30

Resumen porcentaje de vacíos

Espécimen	Promedio de Vacíos
	%
Ladrillo Mecanizado	55.60
Sillar pequeño	0.00
Sillar grande	0.00

4.1.1.5 Ensayo de resistencia a compresión del ladrillo King Kong y unidades de sillar

4.1.1.5.1 Resultados

Las Tablas 31, 32 y 33 proporcionan información crucial sobre la resistencia a la rotura según la norma NTP 399.613 de las muestras indicadas. En la Tabla 31 se detallan las dimensiones promedio, área, carga aplicada hasta la rotura y esfuerzo de rotura para el ladrillo King Kong mostrando un promedio de 30.58 kg/cm² de esfuerzo de rotura. La Tabla 32 presenta datos similares, pero para el sillar pequeño, donde el promedio de esfuerzo de rotura es significativamente mayor alcanzando los 84.82 kg/cm². Finalmente, en la Tabla 33, se analiza la resistencia a la rotura del sillar grande mostrando un promedio de esfuerzo de rotura de 45.36 kg/cm².

Tabla 31

Rotura – Ladrillo King Kong

Especimen	Dimensiones (cm)		Área Bruta (cm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm ²)
	L _{Prom}	A _{Prom}			
ML-01	23.65	14.00	331.10	10602.00	32.02
ML-02	24.05	14.00	336.70	11930.49	35.43
ML-03	23.30	13.65	318.05	7681.40	24.15
ML-04	23.85	14.05	335.09	10668.00	31.84
ML-05	23.85	13.90	331.52	9762.61	29.45
				Promedio	30.58
				σ	4.18
				Prom- σ	26.40

Tabla 32*Rotura – Sillar pequeño*

Especimen	Dimensiones (cm)		Área Bruta (cm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm ²)
	L _{Prom}	A _{Prom}			
MSP-01	23.90	17.20	411.08	42864.11	104.27
MSP-02	25.35	17.95	455.03	37818.63	83.11
MSP-03	25.65	17.95	460.42	44178.50	95.95
MSP-04	25.50	17.80	453.90	33905.03	74.70
MSP-05	25.55	17.75	453.51	29970.00	66.08
				Promedio	84.82
				σ	15.48
				Prom- σ	69.34

Tabla 33*Rotura – Sillar grande*

Especimen	Dimensiones (cm)		Área Bruta (cm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm ²)
	L _{Prom}	A _{Prom}			
MSG-01	29.10	23.15	673.67	28803.00	42.76
MSG-02	29.45	23.45	690.60	31298.00	45.32
MSG-03	29.55	24.00	709.20	38374.37	54.11
MSG-04	29.50	23.55	694.73	25277.34	36.38
MSG-05	29.40	23.35	686.49	33113.00	48.24
				Promedio	45.36
				σ	6.56
				Prom- σ	38.80

4.1.1.5.2 Resumen

A continuación, se presenta la Tabla 34.

Tabla 34*Resumen rotura de las unidades analizadas*

Espécimen	Promedio	Promedio - σ
Ladrillo King Kong	30.58	26.40
Sillar Pequeño	84.82	69.34
Sillar Grande	45.36	38.80

4.1.1.6 Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería

4.1.1.6.1 Resultados

En la Tabla 35 se documentan los resultados de ensayos de rotura de prismas detallando dimensiones, áreas, cargas máximas, esfuerzos de rotura, esbeltez y factor de corrección. Estos datos ofrecen resultados de la resistencia y comportamiento estructural de las pilas, destacando la capacidad de carga máxima y la respuesta a las fuerzas aplicadas. El promedio de este valor es 61.26 kg/cm², este valor proporciona una evaluación de la eficiencia estructural de las pilas construidas con ladrillo King Kong.

Las Tablas 36 y 37 extienden este análisis a pilas construidas con el sillar pequeño y grande respectivamente. Se presentan datos similares incluyendo dimensiones, áreas, cargas máximas, esfuerzos de rotura, esbeltez y factor de corrección. Estos resultados permiten comparar la resistencia y el beneficio estructural de pilas construidas con estos dos tamaños de sillar. El promedio de estos datos son 60.80 kg/cm² y 37.51 kg/cm² para las pilas de sillar pequeño y grande respectivamente, estos datos ofrecen una perspectiva general sobre la eficacia estructural y la

capacidad de carga de las pilas brindando información valiosa para la evaluación y diseño de estructuras.

Tabla 35

Rotura de pilas – Ladrillo King Kong

PILA	Dimensiones (cm)			Área (cm ²)	Carga máxima (kg)	Carga f _m (kg/cm ²)	Esbeltez H/A	Factor de corrección	
	H (cm)	A (cm)	L (cm)					NTP	Carga
PILA 01	32.30	14.00	23.60	330.40	19576.00	59.25	2.31	0.77	45.62
PILA 02	32.40	14.10	23.70	334.17	26732.00	80.00	2.30	0.77	61.60
PILA 03	32.50	13.90	23.40	325.26	26342.00	80.99	2.34	0.78	63.17
PILA 04	31.70	14.00	23.60	330.40	31953.00	96.71	2.26	0.77	74.66
PROMEDIO									61.26

Tabla 36

Rotura de pilas – Sillar pequeño

PILA	Dimensiones (cm)			Área (cm ²)	Carga máxima (kg)	Carga f _m (kg/cm ²)	Esbeltez H/A	Factor de corrección	
	H (cm)	A (cm)	L (cm)					NTP	Carga
PILA 01	42.00	18.00	26.00	468.00	39244	83.85	2.33	0.78	65.41
PILA 02	42.50	17.50	26.00	455.00	33298	73.18	2.43	0.79	57.81
PILA 03	42.00	18.00	26.00	468.00	35801	76.50	2.33	0.78	59.67
PILA 04	42.50	18.50	26.00	481.00	37668	78.31	2.30	0.77	60.30
PROMEDIO									60.80

Tabla 37

Rotura de pilas – Sillar grande

PILA	Dimensiones (cm)			Área (cm ²)	Carga máxima (kg)	Carga f _m (kg/cm ²)	Esbeltez H/A	Factor de corrección	
	H (cm)	A (cm)	L (cm)					NTP	Carga
PILA 01	33.70	23.80	29.60	704.48	43799.17	62.17	1.42	0.82	50.73
PILA 02	33.20	23.90	29.50	705.05	14653.00	20.78	1.39	0.80	16.62

PILA	Dimensiones (cm)			Área (cm ²)	Carga máxima (kg)	Carga f _m (kg/cm ²)	Esbeltez H/A	Factor de corrección	
	H (cm)	A (cm)	L (cm)					NTP	Carga
PILA 03	33.60	23.90	29.70	709.83	35234.00	49.64	1.41	0.81	40.23
PILA 04	33.30	24.10	30.10	725.41	38779.00	53.46	1.38	0.79	42.45
PROMEDIO									37.51

4.1.1.6.2 Resumen

A continuación, se presenta la Tabla 38.

Tabla 38

Resumen compresión de prismas

Espécimen	f _m (kg/cm ²)
Ladrillo King Kong	61.26
Sillar pequeño	60.80
Sillar grande	37.51

4.1.2 Prueba de Normalidad de los datos obtenidos

4.1.2.1 Prueba de Normalidad en Rotura de unidades

4.1.2.1.1 Prueba de Normalidad Muestra de ladrillo King Kong

Se ha realizado la Prueba de normalidad en el ensayo de Rotura de ladrillo King Kong los cuales podemos visualizar en las Tablas 39 y 40.

Tabla 39

Datos a analizar Rotura ladrillo King Kong

ESFUERZO DE ROTURA	
1	32.02
2	35.43
3	24.15
4	31.84

ESFUERZO DE ROTURA	
5	29.45

Tabla 40

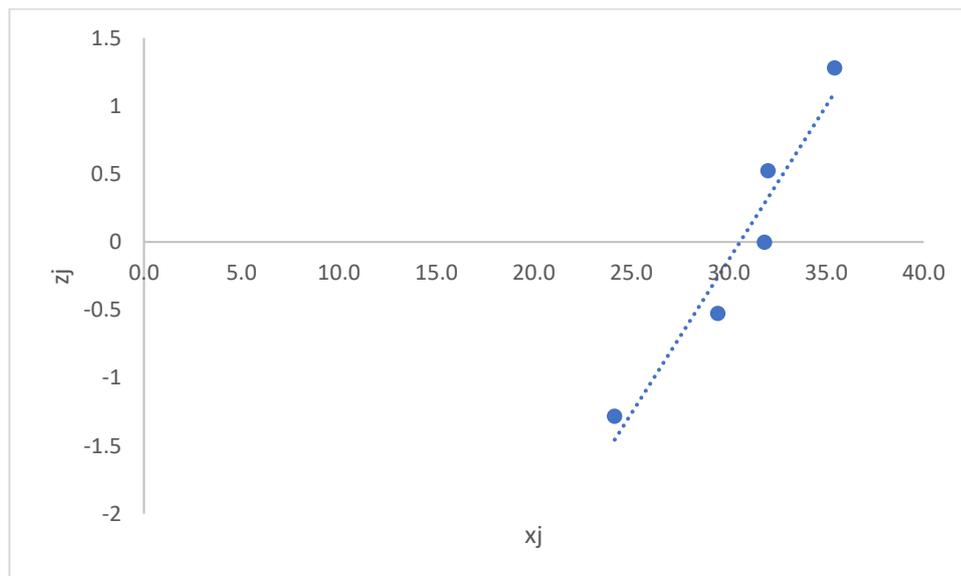
Datos analizados Rotura ladrillo King Kong

n	5		
j	Xj	(j-0.5)/n	Zj
1	24.2	0.1	-1.2816
2	29.5	0.3	-0.5244
3	31.8	0.5	0
4	32.0	0.7	0.5244
5	35.4	0.9	1.2816

En esta parte se demuestra los resultados en las Figuras 28 y 29, mostramos las gráficas que nos permitirán analizar los resultados obtenidos en los ensayos de Rotura de la Muestra de ladrillo King Kong.

Figura 28

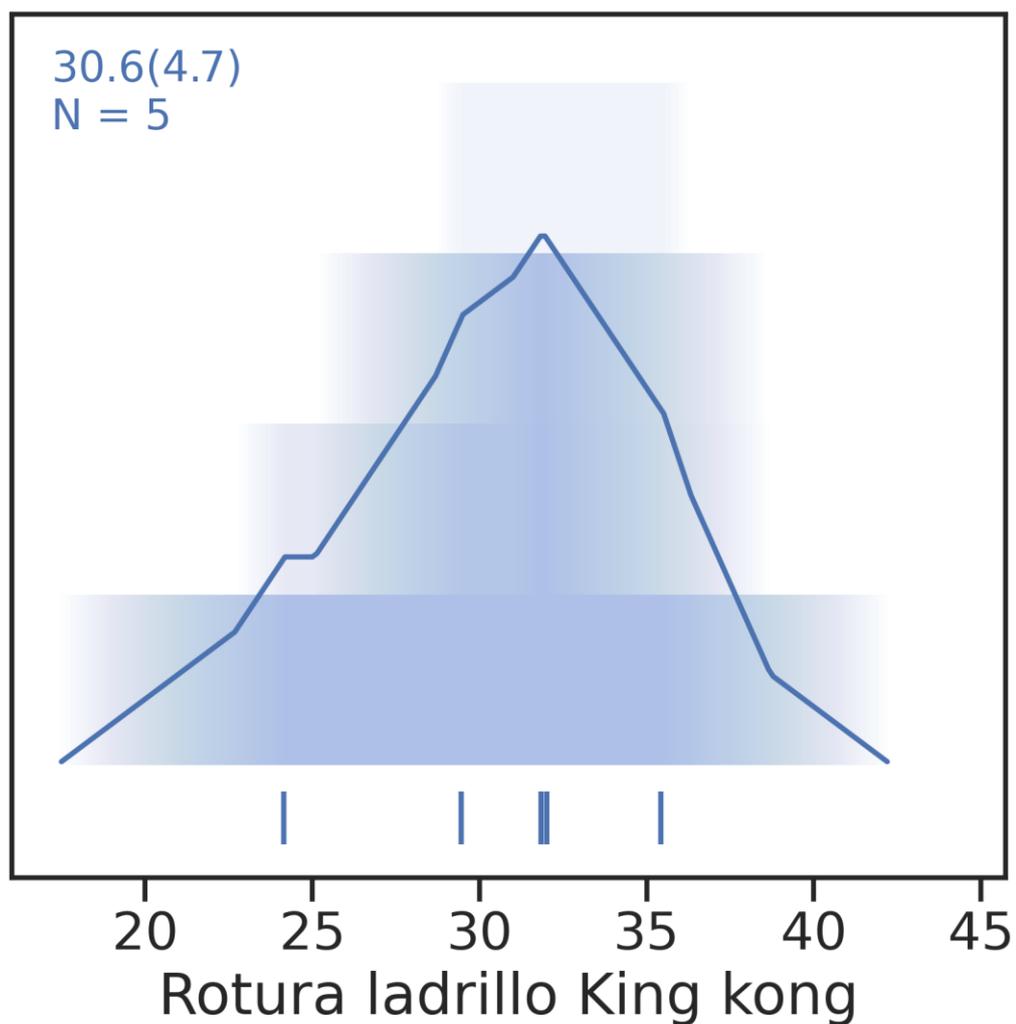
Gráfico QQ Muestra ladrillo king kong



Para el caso de los gráficos QQ lo que buscamos obtener es una línea que cruce el eje de las x_j de tal manera que forme con este un ángulo de 45° . Luego que los datos sean concurrentes a esta línea imaginaria, de esta manera podemos afirmar que existe normalidad de los datos analizados, entonces, como se observa en la Figura 28, de los datos de la Muestra de ladrillo King Kong, aproximadamente hemos conseguido que los valores tienden a una línea imaginaria que cruza el eje de las x_j .

Figura 29

Grafico Curva Muestra ladrillo King Kong



En el caso de la Figura 29 mostramos la Curva de los valores encontrados en la Rotura de la Muestra de ladrillo King Kong donde podemos apreciar una media de 30.6 kg/cm^2 y una desviación estándar 4.7 kg/cm^2 , finalmente podemos decir que los datos forman una curva y presentarían normalidad de los datos obtenidos en laboratorio.

4.1.2.1.2 Prueba de Normalidad Muestra de Sillar Pequeño

Se ha realizado la Prueba de normalidad en el ensayo de Rotura de la Muestra de Sillar pequeño los cuales podemos visualizar en las Tablas 41 y 42.

Tabla 41

Datos a analizar Muestra Sillar pequeño

ESFUERZO ROTURA	
1	104.27
2	83.11
3	95.95
4	74.70
5	66.08

Tabla 42

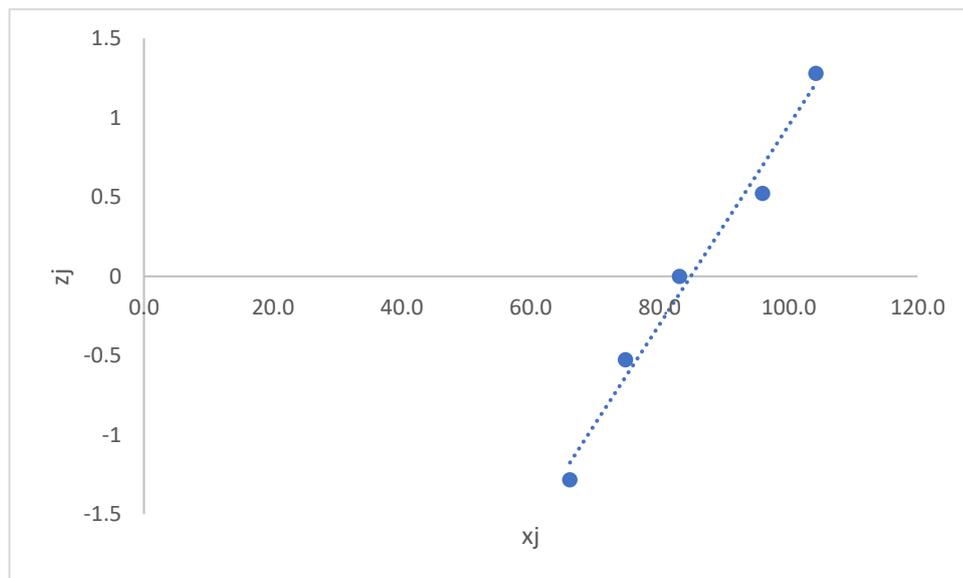
Datos analizados Muestra Sillar grande

n	5		
j	Xj	(j-0.5)/n	Zj
1	66.1	0.1	-1.2816
2	74.7	0.3	-0.5244
3	83.1	0.5	0
4	96.0	0.7	0.5244
5	104.3	0.9	1.2816

En esta parte se muestran los resultados en las Figuras 30 y 31, mostramos las gráficas que nos permitirán analizar los resultados obtenidos en los ensayos de Rotura de la Muestra de Sillar pequeño.

Figura 30

Gráfico *QQ* Muestra Sillar pequeño



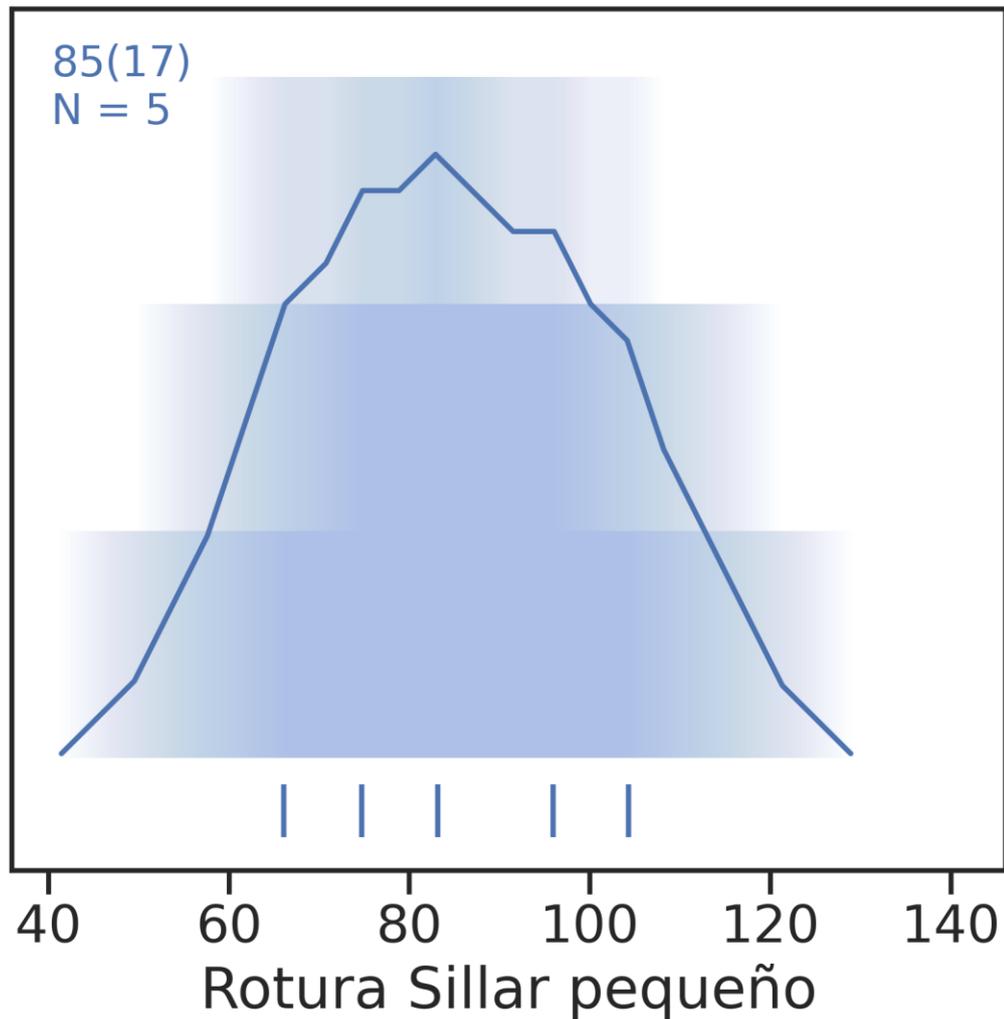
Para el caso de los gráficos *QQ* lo que buscamos obtener es una línea que cruce el eje de las x_j de tal manera que forme con este un ángulo de 45° . Luego que los datos sean concurrentes a esta línea imaginaria, de esta manera podemos afirmar que existe normalidad de los datos analizados, entonces, como se observa en la Figura 30, de los datos de la Muestra de Sillar pequeño, aproximadamente hemos conseguido que los valores tienden a una línea imaginaria que cruza el eje de las x_j .

En el caso de la Figura 31 mostramos la Curva de los valores encontrados en la Rotura de la Muestra de Sillar pequeño donde podemos apreciar una media de 85 kg/cm^2 y una desviación estándar 17 kg/cm^2 para

cinco datos analizados, finalmente podemos decir que los datos forman una curva y presentarían normalidad de los datos obtenidos en laboratorio.

Figura 31

Gráfico Curva Muestra Sillar pequeño



4.1.2.1.3 Prueba de Normalidad Muestra de Sillar grande

Se ha realizado la Prueba de normalidad en el ensayo de Rotura de la Muestra de Sillar grande los cuales podemos visualizar en las Tablas 43 y 44.

Tabla 43*Datos a analizar Muestra Sillar grande*

ESFUERZO ROTURA	
1	42.76
2	45.32
3	54.11
4	36.38
5	48.24

Tabla 44*Datos analizados Muestra Sillar grande*

n	5		
j	Xj	(j-0.5)/n	Zj
1	36.38	0.1	-1.2816
2	42.76	0.3	-0.5244
3	45.32	0.5	0
4	48.24	0.7	0.5244
5	54.11	0.9	1.2816

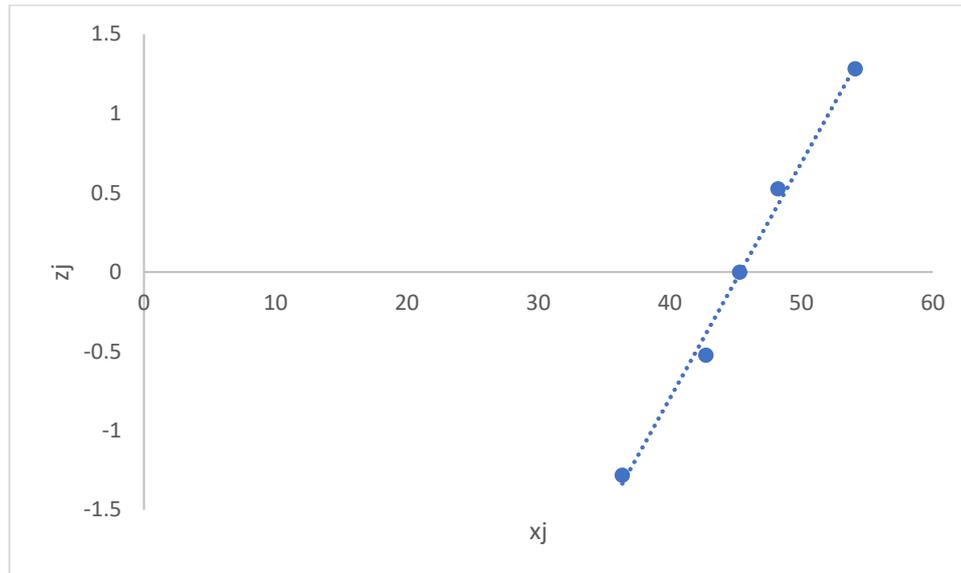
En esta parte mostraremos los resultados en las Figuras 32 y 33, mostramos las gráficas que nos permitirán analizar los resultados obtenidos en los ensayos de Rotura de la Muestra de Sillar grande.

Para el caso de los gráficos QQ lo que buscamos obtener es una línea que cruce el eje de las x_j de tal manera que forme con este un ángulo de 45° . Luego que los datos sean concurrentes a esta línea imaginaria, de esta manera podemos afirmar que existe normalidad de los datos analizados, entonces, como se observa en la Figura 32 de los datos de la

Muestra de Sillar grande, aproximadamente hemos conseguido que los valores tienden a una línea imaginaria que cruza el eje de las x_j .

Figura 32

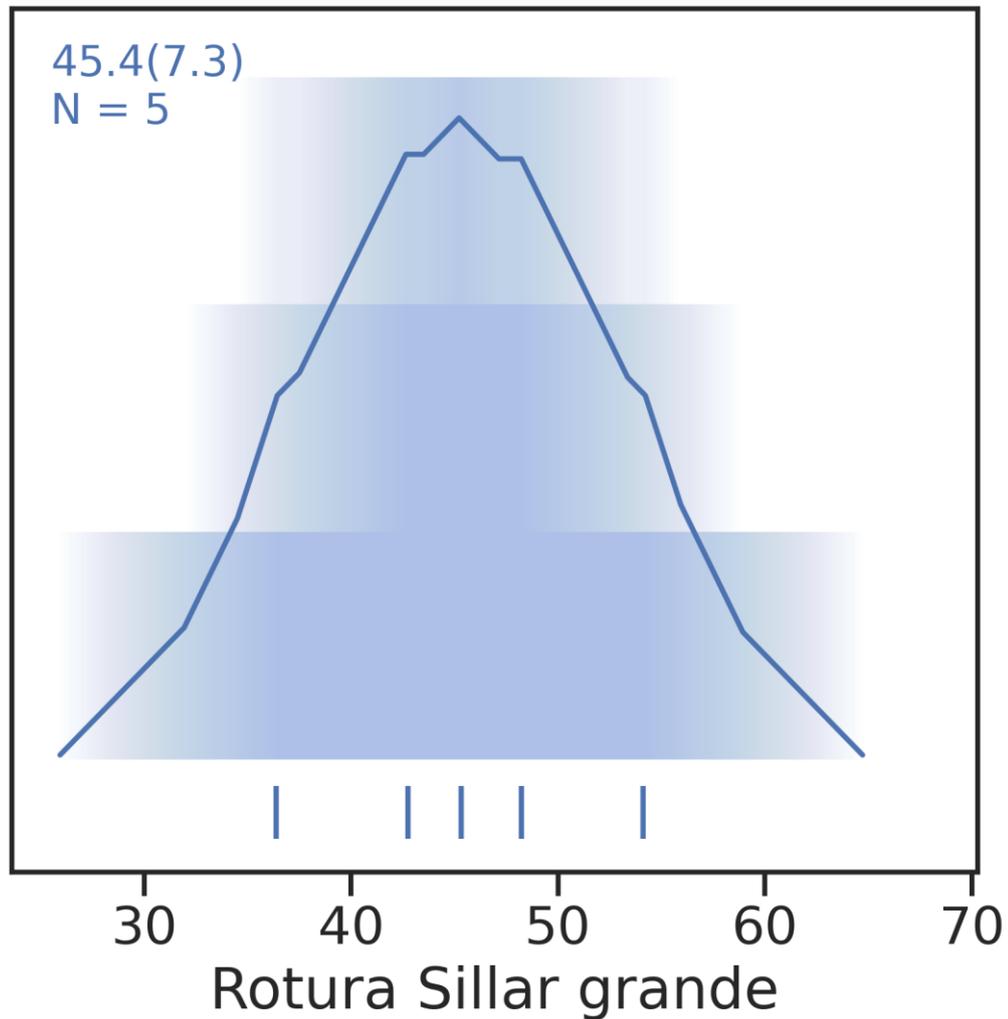
Gráfico QQ Muestra de Sillar grande



En el caso de la Figura 33 mostramos la Curva de los valores encontrados en la Rotura de la Muestra de Sillar grande donde podemos apreciar una media de 45.4 kg/cm^2 y una desviación estándar 7.3 kg/cm^2 para cinco datos analizados, finalmente podemos decir que los datos forman una curva y presentarían normalidad de los datos obtenidos en laboratorio.

Figura 33

Gráfico de la Curva Muestra de Sillar grande



4.1.2.2 Prueba de Normalidad en Rotura de prismas

4.1.2.2.1 Prueba de Normalidad Muestra de ladrillo King Kong

Se ha realizado la Prueba de normalidad en el ensayo de Rotura de Prismas de la Muestra de ladrillo King Kong los cuales podemos visualizar en las Tablas 45 y 46.

Tabla 45*Datos a analizar Prismas Muestra de ladrillo King Kong*

ESFUERZO ROTURA	
1	45.62
2	61.60
3	63.17
4	74.66

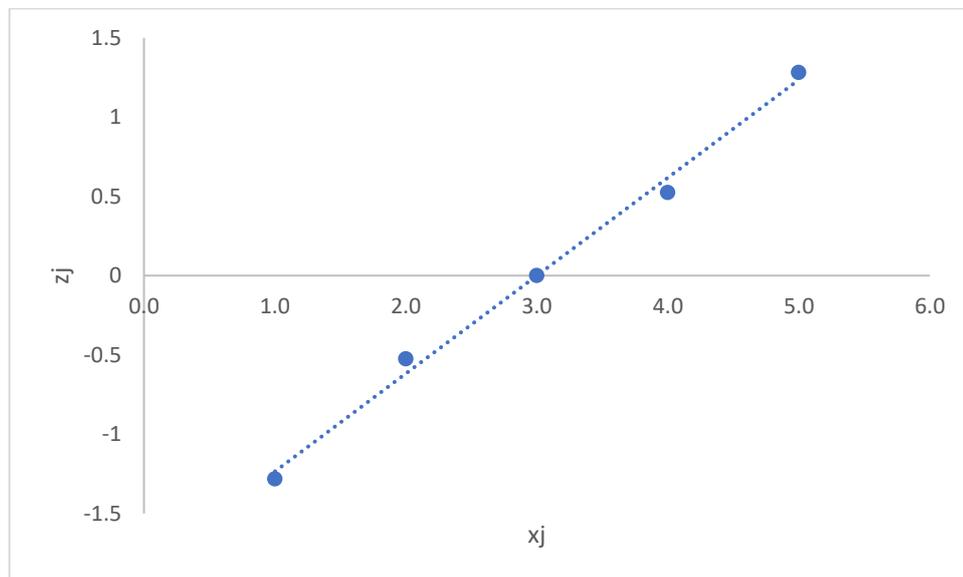
Tabla 46*Datos analizados Prismas Muestra de ladrillo King Kong*

n	5		
j	Xj	(j-0.5)/n	Zj
1	45.6	0.125	-1.1503
2	61.6	0.375	-0.3186
3	63.2	0.625	0.3186
4	74.7	0.875	1.1503

En esta parte mostraremos los resultados en las Figuras 34 y 35, mostramos las gráficas que nos permitirán analizar los resultados obtenidos en los ensayos de Rotura de Prismas de la Muestra de ladrillo King Kong.

Figura 34

Gráfico QQ Prismas de la Muestra ladrillo King Kong

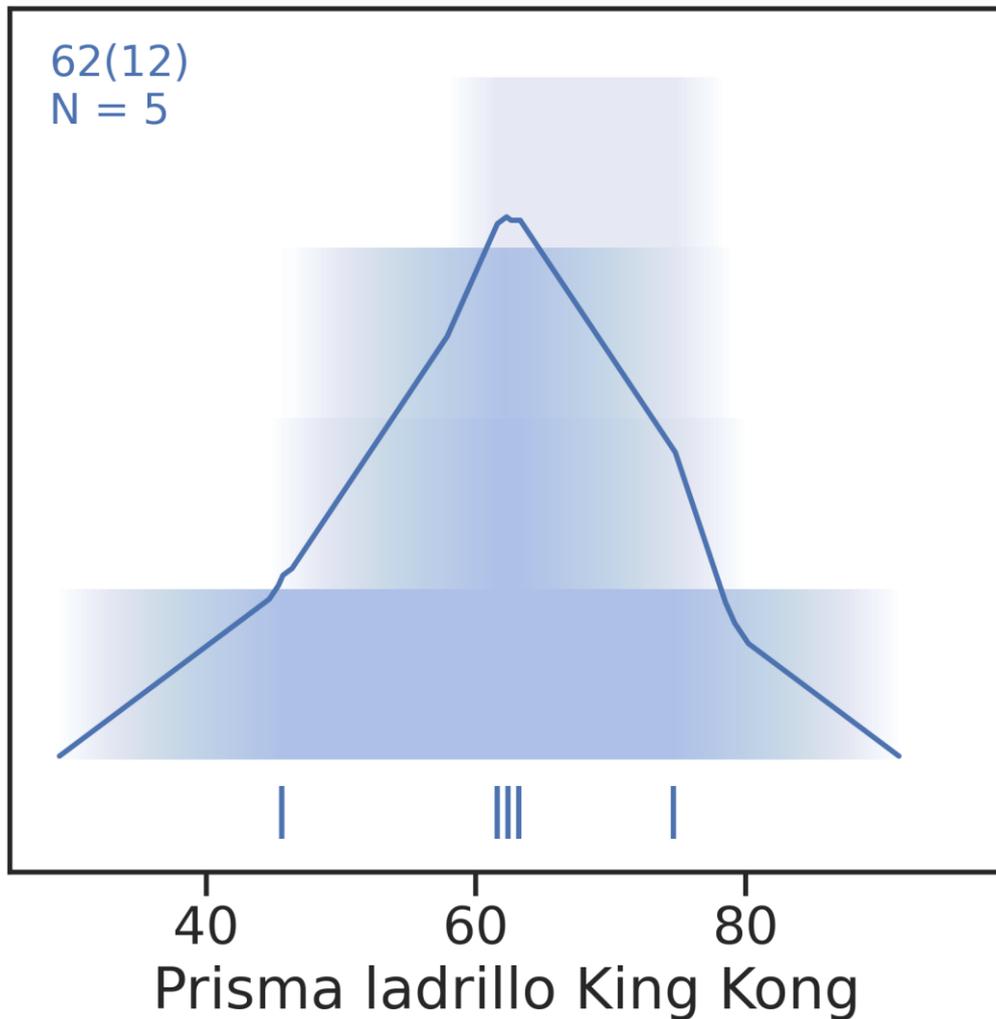


Para el caso de los gráficos QQ lo que buscamos obtener es una línea que cruce el eje de las x_j de tal manera que forme con este un ángulo de 45° . Luego que los datos sean concurrentes a esta línea imaginaria de esta manera podemos afirmar que existe normalidad de los datos analizados, entonces, como se observa en la Figura 34, de los Prismas de la Muestra de ladrillo King Kong, aproximadamente hemos conseguido que los valores tienden a una línea imaginaria que cruza el eje de las x_j .

En el caso de la Figura 35 mostramos la Curva de los valores encontrados en la Rotura de los Prismas de la Muestra de ladrillo King Kong donde podemos apreciar una media de 62 kg/cm^2 y una desviación estándar 12 kg/cm^2 , finalmente podemos decir que los datos forman una curva y presentarían normalidad de los datos obtenidos en laboratorio.

Figura 35

Gráfico Curva Muestra ladrillo King Kong



4.1.2.2.2 Prueba de Normalidad Muestra de Sillar pequeño

Se ha realizado la Prueba de normalidad en el ensayo de Rotura de Prismas de la Muestra de Sillar pequeño los cuales podemos visualizar en las Tablas 47 y 48.

Tabla 47*Datos a analizar Prismas Muestra de Sillar pequeño*

ESFUERZO ROTURA	
1	65.41
2	57.81
3	59.67
4	60.30

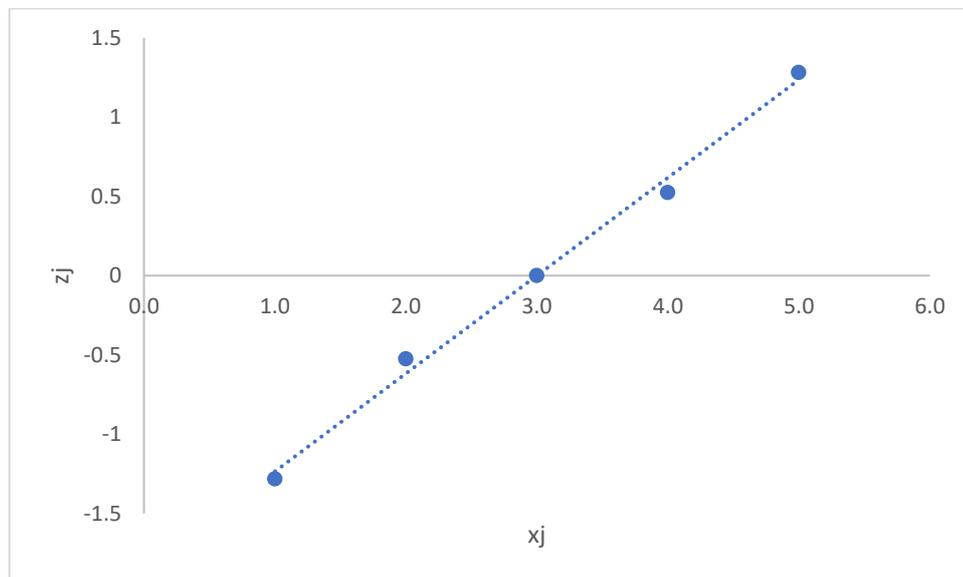
Tabla 48*Datos analizados Prismas Muestra de Sillar pequeño*

n	5		
j	Xj	(j-0.5)/n	Zj
1	57.8	0.125	-1.1503
2	59.7	0.375	-0.3186
3	60.3	0.625	0.3186
4	65.4	0.875	1.1503

En esta parte mostraremos los resultados en las Figuras 36 y 37, mostramos las gráficas que nos permitirán analizar los resultados obtenidos en los ensayos de Rotura de la Muestra de Sillar pequeño.

Figura 36

Gráfico QQ de Prismas de Sillar pequeño

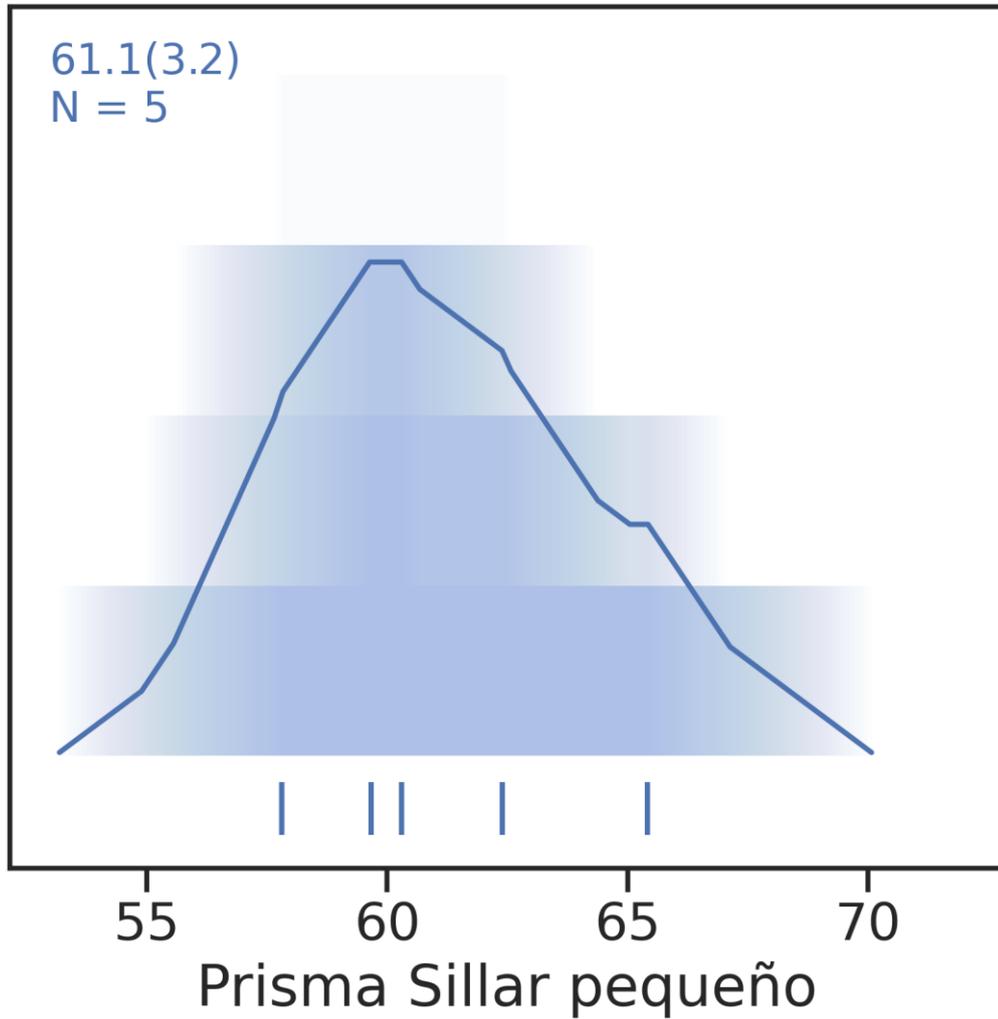


Para el caso de los gráficos QQ lo que buscamos obtener es una línea que cruce el eje de las x_j de tal manera que forme con este un ángulo de 45° . Luego que los datos sean concurrentes a esta línea imaginaria de esta manera podemos afirmar que existe normalidad de los datos analizados, entonces, como se observa en la Figura 36, de los datos de Primas de la Muestra de Sillar pequeño, aproximadamente hemos conseguido que los valores tienden a una línea imaginaria que cruza el eje de las x_j .

En el caso de la Figura 37 mostramos la Curva de los valores encontrados en la Rotura de los Prismas de la Muestra de Sillar pequeño donde podemos apreciar una media de 61.1 kg/cm^2 y una desviación estándar 3.2 kg/cm^2 , finalmente podemos decir que los datos forman una curva y presentarían normalidad de los datos obtenidos en laboratorio.

Figura 37

Gráfico Curva Prisma Muestra Sillar pequeño



4.1.2.2.3 Prueba de Normalidad Muestra de Sillar grande

Se ha realizado la Prueba de normalidad en el ensayo de Rotura de Prismas de la Muestra de Sillar pequeño los cuales podemos visualizar en las Tablas 49 y 50.

Tabla 49*Datos a analizar Prismas Muestra Sillar grande*

ESFUERZO ROTURA	
1	50.73
2	16.62
3	40.23
4	42.45

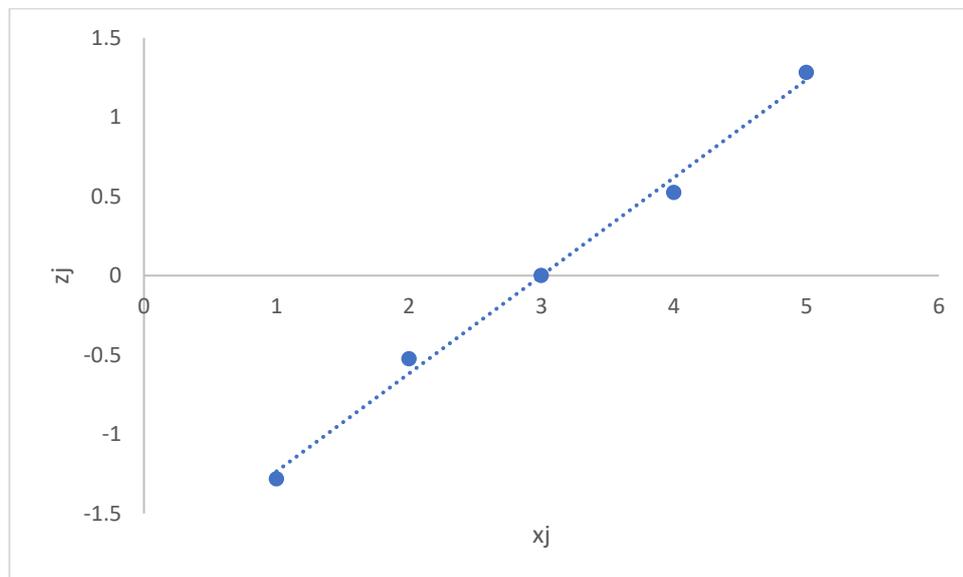
Tabla 50*Datos analizados Prismas Muestra Sillar grande*

n	5		
j	Xj	(j-0.5)/n	Zj
1	16.62	0.125	-1.15034938
2	40.23	0.375	-0.31863936
3	42.45	0.625	0.31863936
4	50.73	0.875	1.15034938

En esta parte mostraremos los resultados en las Figuras 38 y 39, mostramos las gráficas que nos permitirán analizar los resultados obtenidos en los ensayos de Rotura de la Muestra de Sillar grande.

Figura 38

Gráfico QQ Muestra Sillar grande

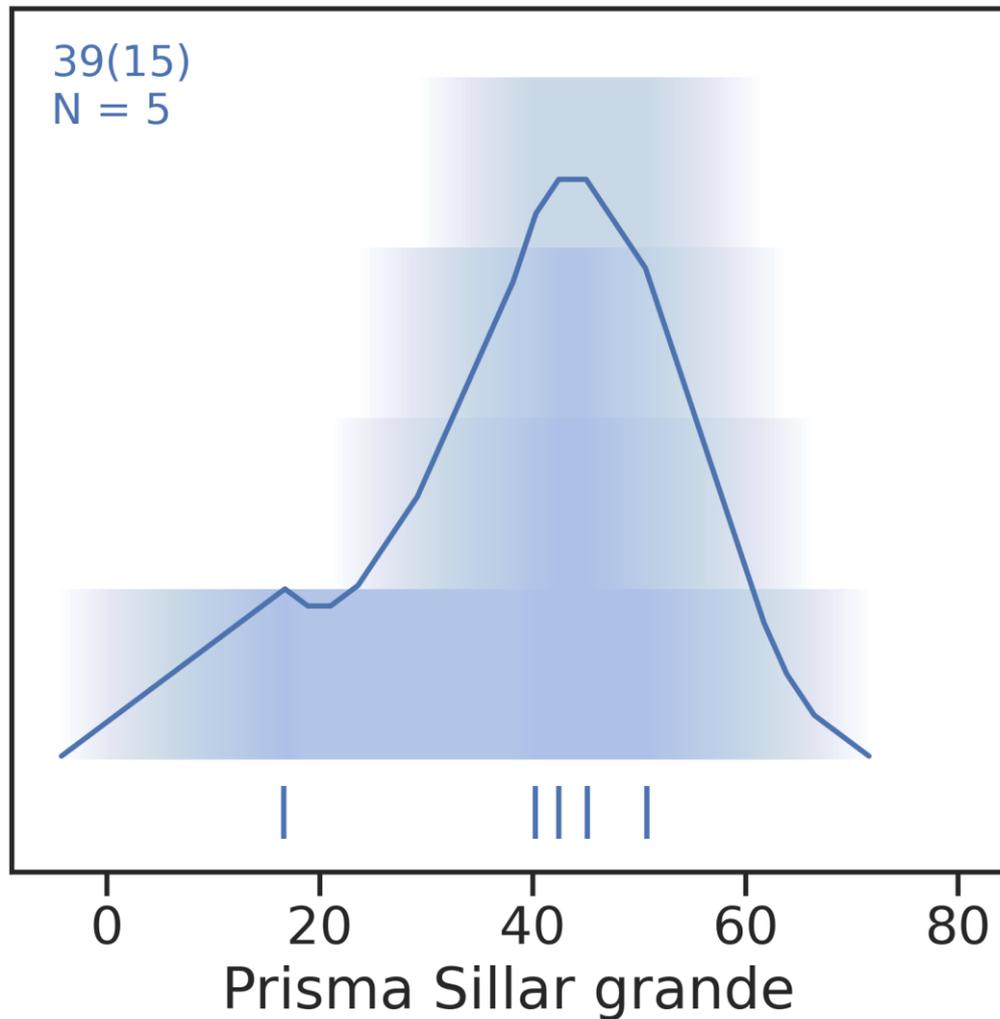


Para el caso de los gráficos QQ lo que buscamos obtener es una línea que cruce el eje de las x_j de tal manera que forme con este un ángulo de 45° . Luego que los datos sean concurrentes a esta línea imaginaria de esta manera podemos afirmar que existe normalidad de los datos analizados, entonces, como se observa en la Figura 38, de los datos de Primas de la Muestra de Sillar grande, aproximadamente hemos conseguido que los valores tienden a una línea imaginaria que cruza el eje de las x_j .

En el caso de la Figura 39 mostramos la Curva de los valores encontrados en la Rotura de los Prismas de la Muestra de Sillar grande donde podemos apreciar una media de 39 kg/cm^2 y una desviación estándar 15 kg/cm^2 , finalmente podemos decir que los datos forman una curva y presentarían normalidad de los datos obtenidos en laboratorio.

Figura 39

Gráfico Curva Muestra Sillar grande



4.1.3 Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

4.1.3.1 Prueba de normalidad en el ensayo a compresión de la unidad y prismas albañilería

La siguiente prueba de normalidad utilizada es la prueba Shapiro-Wilk para el caso de la compresión de unidades con ayuda del complemento para Excel Real Statistics se tiene los siguientes resultados.

Si tenemos los siguientes datos como se ve en la Tabla 51:

Tabla 51*Cuadro de datos para prueba rotura*

Ladrillo (f'_b)	Sillar pequeño (f'_b)	Sillar grande (f'_b)
ML-01: 32.02	MSP-01: 104.27	MSG-01: 42.76
ML-02: 35.43	MSP-02: 83.11	MSG-02: 45.32
ML-03: 24.15	MSP-03: 95.95	MSG-03: 54.11
ML-04: 31.84	MSP-04: 74.70	MSG-04: 36.38
ML-05: 29.45	MSP-05: 66.08	MSG-05: 48.24

Nota: Estos valores son los resultados obtenidos para la rotura de unidades.

4.1.3.1.1 Prueba de hipótesis estadística

Se tiene la siguiente prueba estadística:

H_0 = la distribución de datos de la muestra no es diferente a la normalidad.

H_1 = la distribución de datos de la muestra es diferente a la normalidad.

Obtenemos los siguientes resultados se aprecia en la Tabla 52:

Tabla 52*Resultados Shapiro-Wilk para compresión de unidades*

	Ladrillo	Sp	Sg
W-stat	0.943884914	0.971129776	0.997228317
p-value	0.69351868	0.882454214	0.997857855
alpha	0.05	0.05	0.05
normal	yes	yes	yes

4.1.3.1.2 Interpretación

Se tiene la siguiente interpretación de la Tabla 52:

- P valor = 69.35% > 5%



- Rechaza H_1 y aceptas H_0
- **Lectura:** Con una probabilidad de error de 69.35% la Rotura de ladrillo King Kong es diferente a la normalidad
- **Decisión:** Por lo tanto, aceptamos H_0
- **Interpretación:** Finalmente se demuestra que la Rotura de ladrillo King Kong si tiene normalidad

Interpretación: **la distribución es normal.**

- P valor = 88.25% > 5%
 - Rechaza H_1 y aceptas H_0
 - Lectura: Con una probabilidad de error de 88.25% la Rotura de la muestra de sillar pequeño no es diferente a la normalidad.
 - Decisión: Por lo tanto, aceptamos H_0 .
 - Interpretación: Finalmente se demuestra que la Rotura de la muestra de sillar pequeño si tiene normalidad.

Interpretación: **la distribución es normal.**

- P valor = 99.79% > 5%
 - Rechaza H_1 y aceptas H_0
 - Lectura: Con una probabilidad de error de 99.79% la Rotura de la muestra de sillar grande no es diferente a la normalidad.
 - Decisión: Por lo tanto, aceptamos H_0 .
 - Interpretación: Finalmente se demuestra que la Rotura de la muestra de sillar grande si tiene normalidad.

Interpretación: **la distribución es normal.**

Como podemos apreciar en la Tabla 52 se demuestra la normalidad de las tres muestras estudiadas, en este caso, del ladrillo King Kong, el sillar pequeño y el sillar grande, los cuales tienen resultados para la compresión dentro del rango de normalidad propuesto por esta prueba, así también se demuestra entonces que los resultados hallados son estables o paramétricos.

A continuación, si tenemos los siguientes datos como en la Tabla 53:

Tabla 53

Cuadro de datos de resistencia de prismas

Prismas de ladrillo (f'_m)	Prismas sillar pequeño (f'_m)	Prismas sillar grande (f'_m)
PILA 01: 45.62	PILA 01: 65.41	PILA 01: 50.73
PILA 02: 61.60	PILA 02: 57.81	PILA 02: 16.62
PILA 03: 63.17	PILA 03: 59.67	PILA 03: 40.23
PILA 04: 74.66	PILA 04: 60.30	PILA 04: 42.45

4.1.3.1.3 Prueba de hipótesis estadística

La prueba estadística es la siguiente:

H_0 = la distribución de datos de la muestra no es diferente a la normalidad.

H_1 = la distribución de datos de la muestra es diferente a la normalidad.

Obtenemos los siguientes resultados como de la Tabla 54:

Tabla 54

Cuadro de resultados de la prueba Shapiro-Wilk para compresión de prismas

	Prismas ladrillo	Primas sillar pequeño	Prismas sillar grande
W-stat	0.955362244	0.895093489	0.881923964
p-value	0.749730017	0.407098643	0.346918317
alpha	0.05	0.05	0.05
normal	yes	yes	yes

4.1.3.1.4 Interpretación

La interpretación de la Tabla 54 es la siguiente:

- P valor = 74.97% > 5%
 - Rechaza H_1 y aceptas H_0 .
 - **Lectura:** Con una probabilidad de error de 74.97% la Rotura de Prismas de ladrillo King Kong no es diferente a la normalidad.
 - **Decisión:** Por lo tanto, aceptamos H_0 .
 - **Interpretación:** Finalmente se demuestra que la Rotura del Prisma de ladrillo King Kong si tiene normalidad.

Interpretación **la distribución es normal.**

- P valor = 40.71% > 5%
 - Rechaza H_1 y aceptas H_0 .
 - Lectura: Con una probabilidad de error de 40.71% la Rotura de Prismas de sillar pequeño no es diferente a la normalidad.
 - Decisión: Por lo tanto, aceptamos H_0 .
 - Interpretación: Finalmente se demuestra que la Rotura Prismas de sillar pequeño si tiene normalidad.



Interpretación **la distribución es normal.**

- P valor = 34.69% > 5%
 - Rechaza H_1 y aceptas H_0
 - **Lectura:** Con una probabilidad de error de 34.69% la Rotura de Prismas de sillar grande no es diferente a la normalidad.
 - **Decisión:** Por lo tanto, aceptamos H_0 .
 - **Interpretación:** Finalmente se demuestra que la Rotura de Prismas de sillar grande si tiene normalidad.

Interpretación **la distribución es normal.**

Al igual que los datos de compresión de unidades, para el caso de los prismas de las muestras analizadas, como se ve en la Tabla 54, analizados con la prueba Shapiro-Wilk y hecha la interpretación encontramos que los datos obtenidos son normales en los tres casos.

4.1.3.2 Prueba de normalidad para el ensayo de absorción

Si tenemos los siguientes datos como en la Tabla 55 que corresponde a los datos de absorción del ladrillo King Kong, sillar pequeño y sillar grande:

Tabla 55

Cuadro de absorciones para las muestras analizadas

Ladrillo (%Abs)	Sillar pequeño (%Abs)	Sillar grande (%Abs)
ML-01: 12.84	MSP-01: 21.24	MSG-01: 24.74
ML-02: 12.35	MSP-02: 19.60	MSG-02: 20.66
ML-03: 10.92	MSP-03: 22.72	MSG-03: 25.07
ML-04: 10.35	MSP-04: 20.63	MSG-04: 24.81



Ladrillo (%Abs)	Sillar pequeño (%Abs)	Sillar grande (%Abs)
ML-05: 11.71	MSP-05: 19.31	MSG-05: 19.63
ML-06: 10.36	MSP-06: 23.70	MSG-06: 22.63

Nota: Los datos que se muestran son las absorciones obtenidas para las seis muestras trabajadas.

4.1.3.2.1 Prueba de hipótesis estadística

La prueba de hipótesis es la siguiente:

H_0 = la distribución de datos de la muestra no es diferente a la normalidad.

H_1 = la distribución de datos de la muestra es diferente a la normalidad.

Entonces obtenemos lo siguiente como en la Tabla 56:

Tabla 56

Cuadro de resultados prueba Shapiro-Wilk en el ensayo de absorción

	Ladrillo (%Abs)	Sp (%Abs)	Sg (%Abs)
W-stat	0.906280672	0.937463229	0.854281115
p-value	0.412383017	0.638832918	0.17039227
alpha	0.05	0.05	0.05
normal	yes	yes	yes

4.1.3.2.2 Interpretación

De la Tabla 56 hacemos la siguiente interpretación.

- P valor = 41.24% > 5%
 - Rechaza H_1 y acepta H_0
 - **Lectura:** Con una probabilidad de error de 41.24% la absorción de la muestra de ladrillo King Kong no es diferente a la normalidad.



- **Decisión:** Por lo tanto, aceptamos H_0 .
- **Interpretación:** Finalmente se demuestra que la Absorción de la muestra de ladrillo King Kong si tiene normalidad.

Interpretación **la distribución es normal.**

- P valor = 63.88% > 5%
 - Rechaza H_1 y aceptas H_0 .
 - **Lectura:** Con una probabilidad de error de 63.88% la Absorción de la muestra de sillar pequeño no es diferente a la normalidad.
 - **Decisión:** Por lo tanto, aceptamos H_0 .
 - **Interpretación:** Finalmente se demuestra que la Absorción de la muestra de sillar pequeño si tiene normalidad.

Interpretación **la distribución es normal.**

- P valor = 17.04% > 5%
 - Rechaza H_1 y aceptas H_0 .
 - **Lectura:** Con una probabilidad de error de 17.04% la Absorción de la muestra de sillar grande no es diferente a la normalidad.
 - **Decisión:** Por lo tanto, aceptamos H_0 .
 - **Interpretación:** Finalmente se demuestra que la Absorción de la muestra de sillar grande si tiene normalidad.

Interpretación **la distribución es normal.**

Como se ve en la Tabla 56 y la interpretación de datos, se ve la normalidad de los valores respondiendo con un si para los valores

normales o demostrando los supuestos de normalidad para el caso de la Absorción de las unidades de ladrillo King Kong y unidades de Sillar.

4.1.3.3 Prueba de normalidad en el ensayo de variación dimensional

En este caso evaluamos cada muestra en todas sus dimensiones como se ve en la Tabla 57, 59 y 61 y para los resultados la Tabla 58, 60 y 62 para el ladrillo King Kong.

Tabla 57

Cuadro de promedios de las dimensiones del ladrillo King Kong

Largo	Ancho	Altura
ML-01: 23.73	ML-01: 14.09	ML-01: 10.15
ML-02: 23.58	ML-02: 13.93	ML-02: 10.05
ML-03: 23.60	ML-03: 14.06	ML-03: 9.73
ML-04: 23.89	ML-04: 14.21	ML-04: 9.85
ML-05: 23.98	ML-05: 14.28	ML-05: 9.65
ML-06: 23.83	ML-06: 14.15	ML-06: 9.95
ML-07: 23.99	ML-07: 14.28	ML-07: 9.73
ML-08: 23.44	ML-08: 13.86	ML-08: 9.53

4.1.3.3.1 Prueba de hipótesis estadística

La prueba de hipótesis es la siguiente:

H_0 = la distribución de datos de la muestra no es diferente a la normalidad.

H_1 = la distribución de datos de la muestra es diferente a la normalidad.

Tabla 58

Cuadro de resultados aplicando la prueba Shapiro-Wilk

	Largo	Ancho	Altura
W-stat	0.93589878	0.931020294	0.971319704
p-value	0.571231847	0.525408277	0.908158401
alpha	0.05	0.05	0.05
normal	yes	yes	yes

4.1.3.3.2 Interpretación

La interpretación de la Tabla 58 es la siguiente:

- P valor = 57.12% > 5%
 - Rechaza H_1 y aceptas H_0
 - **Lectura:** Con una probabilidad de error de 57.12% la Variación dimensional de la muestra de ladrillo King Kong en Largo, Ancho y Altura no es diferente a la normalidad.
 - **Decisión:** Por lo tanto, aceptamos H_0 .
 - **Interpretación:** Finalmente se demuestra que la Variación dimensional de la muestra de ladrillo King Kong en Largo si tiene normalidad.

Interpretación **la distribución es normal.**

- P valor = 52.54% > 5%
 - Rechaza H_1 y aceptas H_0
 - **Lectura:** Con una probabilidad de error de 52.54% la Variación dimensional de la muestra de ladrillo King Kong en Ancho no es diferente a la normalidad.
 - **Decisión:** Por lo tanto, aceptamos H_0 .



- **Interpretación:** Finalmente se demuestra que la Variación dimensional de la muestra de ladrillo King Kong en Ancho si tiene normalidad.

Interpretación **la distribución es normal.**

- P valor = 90.82% > 5%
 - Rechaza H_1 y aceptas H_0
 - **Lectura:** Con una probabilidad de error de 90.82% la Variación dimensional de la muestra de ladrillo King Kong en Altura no es diferente a la normalidad.
 - **Decisión:** Por lo tanto, aceptamos H_0 .
 - **Interpretación:** Finalmente se demuestra que la Variación dimensional de la muestra de ladrillo King Kong en Altura si tiene normalidad.

Interpretación **la distribución es normal.**

Tabla 59

Cuadro de promedios de las dimensiones de la muestra de sillar pequeño

Espécimen	Largo	Ancho	Altura
MSP-01	25.69	17.63	12.60
MSP-02	25.66	17.85	12.59
MSP-03	25.80	17.93	12.55
MSP-04	25.79	17.99	12.90
MSP-05	25.70	17.64	12.55
MSP-06	25.70	17.90	12.58
MSP-07	24.09	17.91	12.75
MSP-08	24.08	17.56	12.89

4.1.3.3.3 Prueba de hipótesis estadística

La prueba de hipótesis es la siguiente:

H_0 = la distribución de datos de la muestra no es diferente a la normalidad.

H_1 = la distribución de datos de la muestra es diferente a la normalidad.

Tabla 60

Cuadro de resultados con la prueba Shapiro-Wilk para la muestra de sillar pequeño

	Largo	Ancho	Altura
W-stat	0.622184584	0.86544139	0.785754272
p-value	0.000288451	0.135962052	0.020110585
alpha	0.05	0.05	0.05
normal	no	yes	no

4.1.3.3.4 Interpretación

De la tabla 60 se tiene la siguiente interpretación:

- P valor = 0.0288% < 5%
 - Rechaza H_0 y aceptas H_1
 - **Lectura:** Con una probabilidad de error de 0.0288% la Variación dimensional de la muestra de sillar pequeño en Largo es diferente a la normalidad.
 - **Decisión:** Por lo tanto, aceptamos H_1 .
 - **Interpretación:** Finalmente se demuestra que la Variación dimensional de la muestra de sillar pequeño en Largo no tiene normalidad.



Interpretación **la distribución es no paramétrica**

- P valor = 13.60% > 5%
 - Rechaza H_1 y aceptas H_0
 - **Lectura:** Con una probabilidad de error de 13.60% la Variación dimensional de la muestra de sillar pequeño en Ancho no es diferente a la normalidad.
 - **Decisión:** Por lo tanto, aceptamos H_0 .
 - **Interpretación:** Finalmente se demuestra que la Variación dimensional de la muestra de sillar pequeño en Ancho si tiene normalidad.

Interpretación **la distribución es normal**

- P valor = 2.01% < 5%
 - Rechaza H_0 y aceptas H_1
 - **Lectura:** Con una probabilidad de error de 2.01% la Variación dimensional de la muestra de sillar pequeño en Altura es diferente a la normalidad.
 - **Decisión:** Por lo tanto, aceptamos H_1 .
 - **Interpretación:** Finalmente se demuestra que la Variación dimensional de la muestra de sillar pequeño en Altura si tiene normalidad.

Interpretación **la distribución es no paramétrica**

Tabla 61*Cuadro de promedios de las dimensiones de Sillar grande*

Espécimen	Largo	Ancho	Altura
MSG-01	29.41	23.98	15.56
MSG-02	29.75	23.84	15.48
MSG-03	29.69	23.93	15.78
MSG-04	29.45	23.50	15.55
MSG-05	29.58	23.45	16.08
MSG-06	30.25	24.13	15.43
MSG-07	29.83	23.68	15.53
MSG-08	29.74	23.65	16.63

4.1.3.3.5 Prueba de hipótesis estadística

La prueba estadística es la siguiente:

H_0 = la distribución de datos de la muestra no es diferente a la normalidad.

H_1 = la distribución de datos de la muestra es diferente a la normalidad.

Tabla 62*Cuadro de resultados con la prueba Shapiro-Wilk para sillar grande*

	Largo	Ancho	Altura
W-stat	0.904050132	0.960341121	0.778829383
p-value	0.31405864	0.813343257	0.01691685
alpha	0.05	0.05	0.05
normal	yes	yes	no

4.1.3.3.6 Interpretación

De la Tabla 62 tenemos la siguiente interpretación:

- P valor = 31.41% > 5%



- Rechaza H_1 y aceptas H_0
- **Lectura:** Con una probabilidad de error de 31.41% la Variación dimensional de la muestra de sillar grande en Largo no es diferente a la normalidad.
- **Decisión:** Por lo tanto, aceptamos H_0 .
- **Interpretación:** Finalmente se demuestra que la Variación dimensional de la muestra de sillar grande en Largo si tiene normalidad.

Interpretación **la distribución es normal.**

- P valor = 81.33% > 5%
 - Rechaza H_1 y aceptas H_0
 - **Lectura:** Con una probabilidad de error de 81.33% la Variación dimensional de la muestra de sillar grande en Ancho no es diferente a la normalidad.
 - **Decisión:** Por lo tanto, aceptamos H_0 .
 - **Interpretación:** Finalmente se demuestra que la Variación dimensional de la muestra de sillar grande en Ancho si tiene normalidad.

Interpretación **la distribución es normal.**

- P valor = 1.69% < 5%
 - Rechaza H_0 y aceptas H_1
 - **Lectura:** Con una probabilidad de error de 1.69% la Variación dimensional de la muestra de sillar grande en Altura es diferente a la normalidad.



- **Decisión:** Por lo tanto, aceptamos H_1 .
- **Interpretación:** Finalmente se demuestra que la Variación dimensional de la muestra de sillar grande en Altura es no paramétrica.

Interpretación **la distribución es no paramétrica.**

Como se puede ver, el programa reconoce las dimensiones en cada columna el largo, ancho y altura como son las dimensiones de las unidades estudiadas, luego, ejecutando el programa obtenemos los resultados. En el caso del ladrillo King Kong se aprecia la buena toma de datos que se hizo pues la prueba encuentra normales los datos. En el caso de la Muestra de sillar pequeño y grande se tiene que es diferente para el sillar pequeño, vemos que las dimensiones de largo y altura no presentan datos normales. Esto posiblemente debido a la mala lectura de los datos ya que los bloques de sillar padecían algunas imperfecciones en este sentido. Lo mismo sucede en el caso del sillar grande donde esta vez la altura presenta datos no normales.

Entonces podemos decir de lo anterior que los datos han sido tomados de la mejor forma buscando la veracidad de estos para esta investigación, luego, estas pruebas nos ayudan a determinar la veracidad de nuestros datos.

4.1.4 Comparación de los costos de explotación fabricación y construcción

En la siguiente sección se analiza los costos de explotación, fabricación y construcción de un muro con bloques de sillar en relación al ladrillo King Kong

mecanizado. Luego obtenemos un cuadro comparativo de precios como se ve en la Tabla 63, 64 y 65 y su interpretación en el apartado 4.1.4.1.

Tabla 63*Costos de producción sillar pequeño*

Partida	Actividad *	Mano de obra	Materiales	Herramientas y equipos	Sub partidas	Costos (S/)
1.01	Extracción de roca con explosivos	7.12	13.48	14.01		34.61
1.02	Selección y acopio de roca en cantera	9.36		15.02		24.38
1.03	Carguío y transporte de roca	0.91		43.78		44.69
1.04	Fabricación de sillar de 13*18*26	5.54		0.28	0.63	6.45
Total		22.93	13.48	73.09	0.63	110.13

* Para el Análisis de CU, ver Anexo 5, página 142.

Tabla 64*Costos de producción sillar grande*

Partida	Actividad*	Mano de obra	Materiales	Herramientas y equipos	Sub partidas	Costos (S/)
1.01	Extracción de roca con explosivos	7.12	13.48	14.01		34.61
1.02	Selección y acopio de roca en cantera	9.36		15.02		24.38
1.03	Carguío y transporte de roca	0.91		43.78		44.69
1.05	Fabricación de sillar de 16*24*30	5.54		0.28	1.24	7.06
Total		22.93	13.48	73.09	1.24	110.74

* Para el Análisis de CU, ver Anexo 5, página 142.

Tabla 65*Costos de construcción de muros*

Partida	Actividad*	Mano de obra	Materiales	Herramientas y equipos	Sub Partidas: fabricación del sillar	Costos (S/)
2.01	Muro de ladrillo King Kong tipo sogá 10*14*24	30.05	53.50	0.90		84.45
2.02	Muro de sillar tipo sogá 13*18*26	30.05	14.56	0.90	145.96	191.47
2.03	Muro de sillar tipo sogá 16*24*30	30.05	17.47	0.90	118.42	166.84
	Total	90.15	85.53	2.70	264.38	442.76

* Para el Análisis de CU, ver Anexo 5, página 142.

4.1.4.1 Interpretación de Tablas

En la interpretación de las Tablas 63, 64 y 65 mostramos lo siguiente:

En la Tabla 63 podemos apreciar los costos de producción del sillar pequeño, tenemos un costo de producción de S/ 110.13 soles incluyendo todos los insumos. Del análisis de costos de producción se observa que 20.82% corresponde a mano de obra, 12.24% a materiales y 66.37% a herramientas y equipos y finalmente un 0.57% a subpartidas.

En la Tabla 64 obtenemos el costo de producción del sillar grande a S/ 110.74 soles incluyendo los insumos. Del análisis de costos se observa que un 20.71% corresponde a mano de obra, 12.17% a materiales y 66.00% a herramientas y equipos y finalmente 1.12% a subpartidas.



En la construcción de muros, Tabla 65, podemos observar que los muros de sillar son superiores en costo debido a su elevado costo de producción. Observamos que en el muro de ladrillo King Kong el 35.58% corresponde a la mano de obra, el 63.35% del gasto de producción en materiales y el 1.07% corresponde a herramientas y equipos.

En el caso del muro de sillar pequeño en la Tabla 65 se observa que el 15.69% es de mano de obra, 7.60% corresponde a materiales, 0.47% a herramientas y equipos y el 76.23% que es el mayor porcentaje vendría a ser a la sub partida fabricación del sillar donde se especifica la cantidad y el costo por unidad.

En el caso del muro de sillar grande, en la Tabla 65, se observa que 18.01% materiales, 10.47% herramientas y 0.54% sub partida fabricación, un porcentaje de 70.98%, como en el caso del sillar pequeño, es el costo más elevado el de las unidades de sillar.

4.2 DISCUSIÓN

4.2.1 Interpretación de resultados para ladrillos King Kong y unidades de sillar

4.2.1.1 Ensayo de variación dimensional

A continuación, se muestra la Tabla 66.

Las unidades de sillar, tanto la pequeña como la grande, presentan una variación notoria respecto a sus dimensiones nominales 13x18x26 y 16x24x30 cm, dimensiones a las que se solicitó se haga el corte. En cuanto a la clasificación para cada muestra, ésta se obtuvo comparando la Tabla

4 con la Tabla 66, resultando que todas las muestras tienen una clasificación del ladrillo King Kong de tipo V y las unidades de sillar del tipo V lo cual indica que tienen una resistencia y durabilidad muy altas apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas (NTP 331.017).

Tabla 66

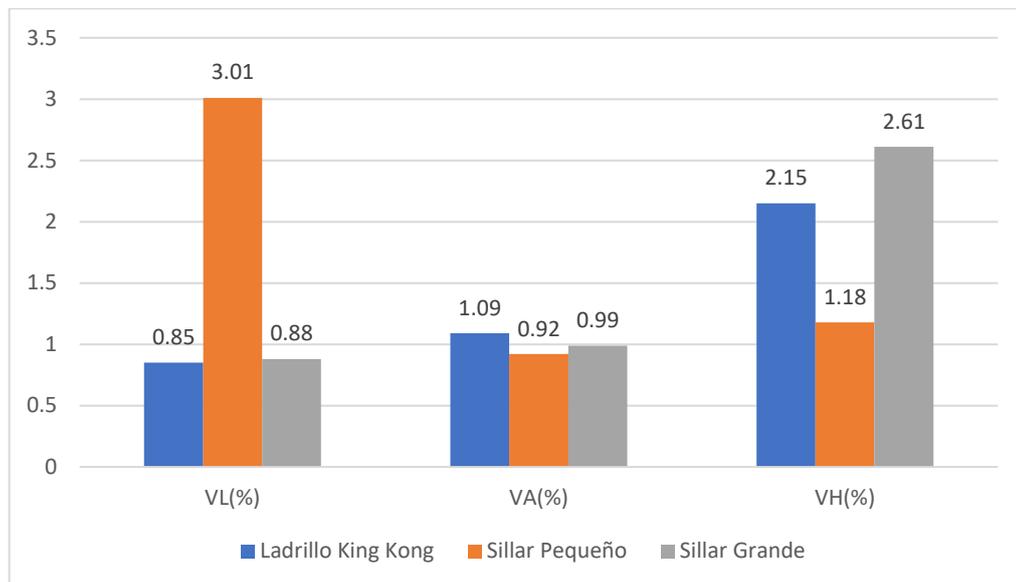
Clasificación de unidades analizadas

Espécimen	Variación dimensional						Clasificación NTP E070
	L (cm)	VL (%)	A (cm)	VA (%)	H (cm)	VH (%)	
Ladrillo King Kong	23.75	0.85	14.11	1.09	9.83	2.15	Tipo V
Sillar Pequeño	25.31	3.01	17.80	0.92	12.68	1.18	Tipo V
Sillar Grande	29.71	0.88	23.77	0.99	15.75	2.61	Tipo V

En la Figura 40, una mayor variación dimensional de largo en el sillar pequeño en relación al ladrillo King Kong mecanizado, esto se debió quizás a algunas deformaciones en la piedra de sillar que no pudieron cortarse debido al material escaso, en el caso de las dimensiones de ancho y altura, presenta variaciones regulares inclusive mejores que el ladrillo King Kong. De la misma manera las variaciones del sillar grande son cercanas en valor a la unidad de control.

Figura 40

Comparación Variación dimensional



4.2.1.2 Medida del alabeo

A continuación, se muestra la Tabla.

Tabla 67

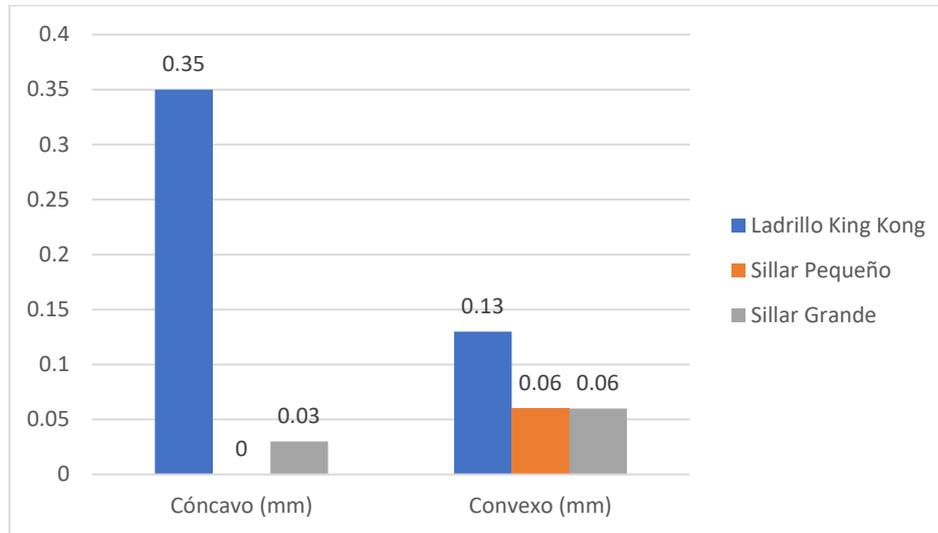
Alabeo de las Muestras analizadas

Especimen	Alabeo		De acuerdo a la norma
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	
Muestra ladrillo King Kong	0.35	0.13	Tipo V
Muestra Sillar pequeño	0.00	0.06	Tipo V
Muestra Sillar grande	0.03	0.06	Tipo V

Según la comparación hecha en la Tabla 67 podemos observar la baja concavidad y convexidad de las unidades de sillar frente a los resultados del ladrillo King Kong. Los bajos resultados alcanzados indican un menor espesor de junta, por lo tanto, no entra mucha mezcla.

Figura 41

Comparación medida del alabeo



En la Figura 41 vemos que el ladrillo King Kong presenta un mayor alabeo que las unidades de sillar debido a las concavidades presentes en estas unidades y en el caso de las unidades de sillar se evidencia que tiene una superficie plana.

4.2.1.3 Ensayo de absorción

A continuación, se muestra la Tabla 68.

Tabla 68

Absorción de las Muestras analizadas

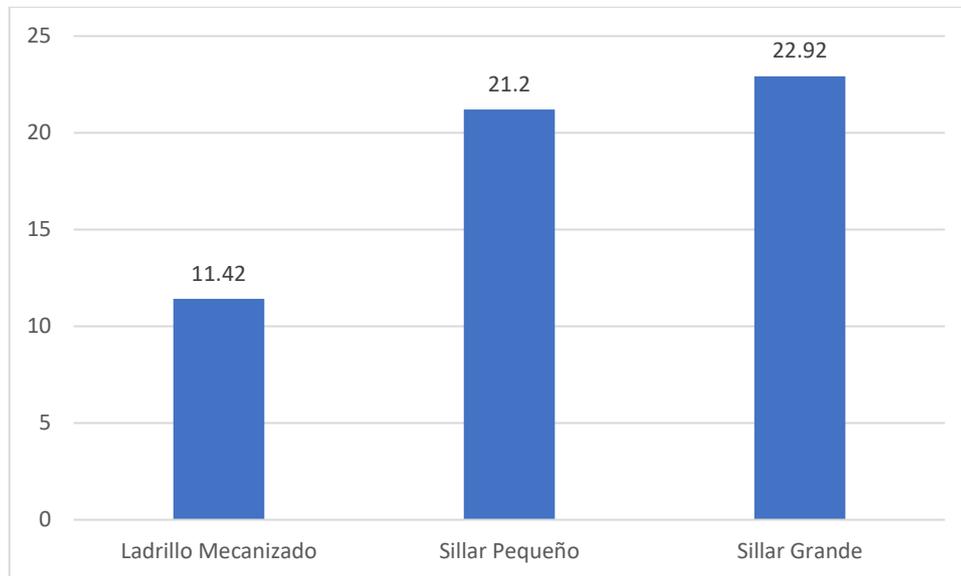
Espécimen	Promedio de Absorción %	De acuerdo a la norma
Muestra ladrillo King Kong	11.42	ACEPTADO
Muestra Sillar pequeño	21.20	ACEPTADO
Muestra Sillar grande	22.92	NO ACEPTADO

La absorción del ladrillo King Kong es aceptable al igual que la muestra de sillar pequeño, en cambio la muestra de sillar grande no cumple

ese requisito posiblemente por sus dimensiones más grandes, se tiene una mayor absorción.

Figura 42

Comparación promedio absorción



En la Figura 42, comparando con el sillar pequeño y el sillar grande, pero este último con mayor porcentaje de absorción que el requerido según la norma E070 albañilería.

4.2.1.4 Ensayo de medida del área de vacíos en unidades perforadas

A continuación, se muestra la Tabla 69.

Tabla 69

Porcentaje de vacíos de las Muestras analizadas

Espécimen	Promedio de Vacíos
	%
Muestra ladrillo Mecanizado	55.60
Muestra Sillar pequeño	0.00
Muestra Sillar grande	0.00

En la Figura 43 podemos ver un porcentaje de vacíos elevado del ladrillo mecanizado, en cambio los bloques de sillar no presentan porcentaje de vacíos al ser estos bloques enteros y macizos.

4.2.1.5 Ensayo de resistencia a compresión de la unidad de albañilería

A continuación, se muestra la Tabla 70.

Figura 43

Promedio de porcentaje de vacíos

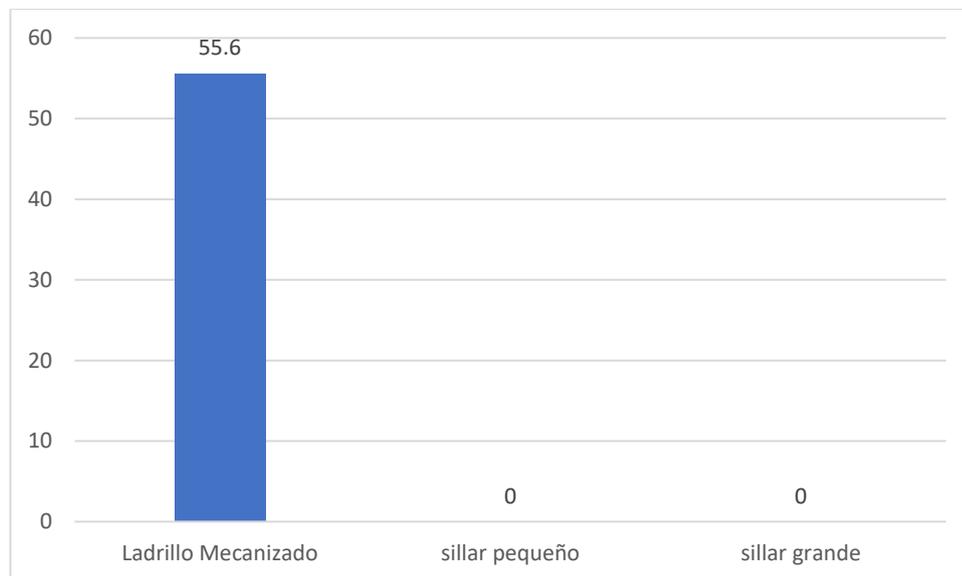


Tabla 70

Clasificación por resistencia característica a compresión

Espécimen	Esfuerzo de rotura			
	Promedio	Prom- σ	Mínimo según la norma	NTP E-070
Muestra ladrillo King Kong	30.58	26.40	50.00	No clasifica
Muestra Sillar pequeño	84.82	69.34	50.00	Si clasifica
Muestra Sillar grande	45.36	38.80	50.00	No clasifica

Nota: Según la norma para un ladrillo tipo I se tiene una resistencia de 50 kg/cm².



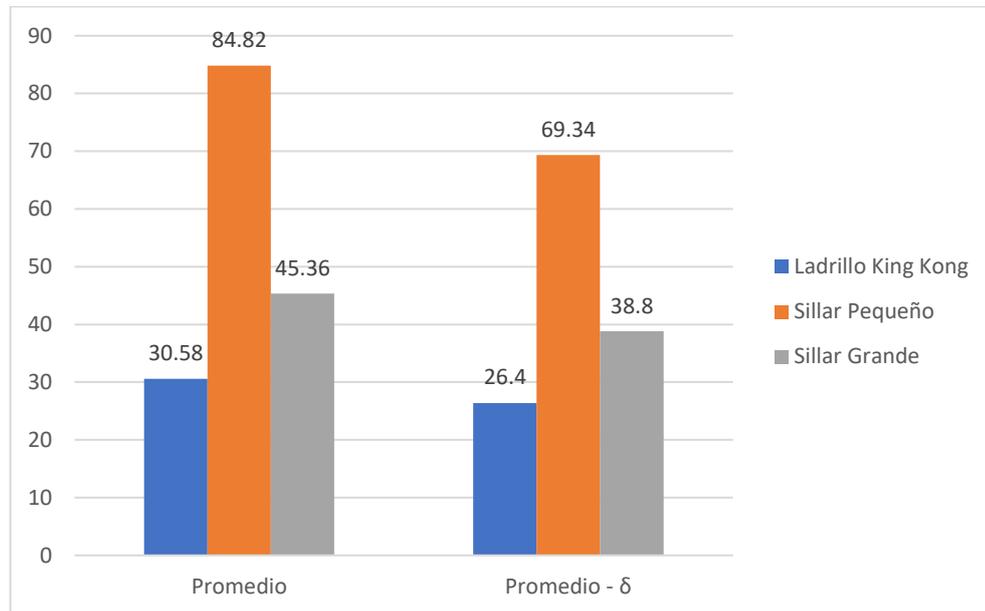
La Tabla 70 nos muestra que, en el caso del sillar pequeño, si alcanza el mínimo requerido. En el caso del sillar grande y el ladrillo King Kong mecanizado no alcanzaron el mínimo requerido. Según la Tabla 5 de esta investigación, cuadro de compresiones según E070, el valor alcanzado por el sillar pequeño cumple con las expectativas de un ladrillo de tipo I apto para construcciones de baja calidad.

En la Figura 44 podemos observar las variaciones que presentan las muestras analizadas en resistencia a la compresión tanto para el promedio como para el promedio menos una desviación estándar que vendría a ser la resistencia a compresión característica (f'_b) según la norma E070 en apartado 5.4.

Además, podemos notar que el sillar pequeño alcanza el mínimo requerido y clasificaría como unidad normalizada en cambio el ladrillo King Kong y las unidades de sillar grande no clasificarían como unidad normalizada.

Figura 44

Comparación de resistencia a la compresión



4.2.1.6 Resistencia en compresión de prismas de albañilería

A continuación, se muestra la Tabla 71.

Tabla 71

Comparativo f'_m con la norma E-070

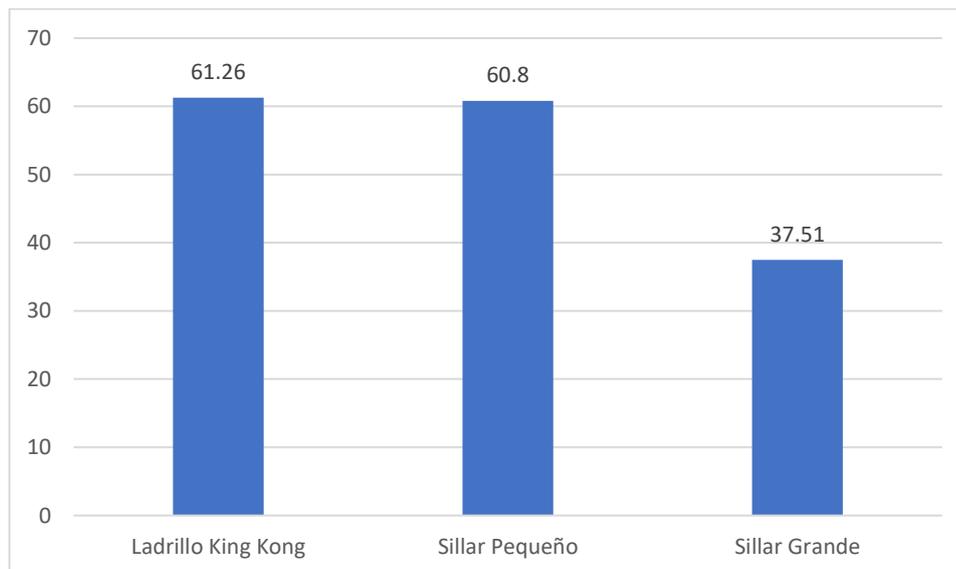
Espécimen	f'_m (kg/cm ²)	Norma E-070 (kg/cm ²)	De acuerdo a la norma
Muestra ladrillo King Kong	61.26	Ladrillo King Kong Industrial (65)	No cumple
Muestra Sillar pequeño	60.80	Ladrillo King Kong Industrial (65)	Cumple
Muestra Sillar grande	37.51	Ladrillo King Kong Industrial (65)	No cumple

En el caso del prisma de ladrillo King Kong y la unidad de sillar pequeño vemos un valor cercano al valor mínimo requerido que es de 65 kg/cm², ahora en el caso del sillar grande no cumple el valor mínimo requerido. Se observa que existe una mayor resistencia en compresión del

prisma de sillar pequeño en comparación al prisma de sillar grande, pero son superados ligeramente por las pilas de ladrillo King Kong. Se observa que el valor de la resistencia del sillar grande es menor en comparación con la del sillar pequeño, en el caso del sillar pequeño fueron pilas de tres unidades por lo tanto dos juntas que trabajaron en tracción al ser estas como un pegamento para dichos prismas obtuvo mejor resistencia a la compresión. En el caso del sillar grande, si bien estas son de dimensiones mayores, estas fueron prismas de dos unidades y solo una junta que al parecer dieron menores resultados para la compresión.

Figura 45

Comparación de resistencia de prismas



4.2.2 Comparación de resultados con otras investigaciones

4.2.2.1 Cuadro resumen

A continuación, mostramos la Tabla 72 y 73 donde vemos los diferentes resultados obtenidos en esta investigación y comparados con los de Ccama (2021) y Bejarano y Mendoza (2019).

Tabla 72

Cuadro comparativo de los resultados de ladrillo King Kong

Ensayos	Unidad	Unidad de albañilería ladrillo King Kong	
		Esta investigación	Otra investigación (Ccama, 2021)
Variación dimensional	%	2.15	0.34
	Clasificación	Tipo V	Tipo V
Alabeo	mm	0.35	1.81
	Clasificación	Tipo V	Tipo V
Absorción	%	11.42	16.26
Porcentaje de vacíos	%	55.60	43.497
Compresión de la unidad (f'_b)	kg/cm ²	26.40	45.60
Compresión de prismas (f'_m)	kg/cm ²	61.26	67.51

Tabla 73

Cuadro comparativo de los resultados de Unidades de Sillar

Ensayos	Unidad	Unidad de albañilería de Sillar			
		Sillar pequeño		Sillar grande	
		Esta investigación	Otra investigación (Bejarano y Mendoza, 2019)	Esta investigación	Otra investigación (Bejarano y Mendoza, 2019)
Variación dimensional	%	3.01	0.59	2.61	0.84
		Tipo V	Tipo V	Tipo V	Tipo V
Alabeo	mm	0.06	0.19	0.06	0.36
		Tipo V	Tipo V	Tipo V	Tipo V
absorción	%	21.20	27.14	22.92	27.01
Compresión de la unidad (f'_b)	kg/cm ²	69.34	87.09	38.80	97.30
Compresión de prismas (f'_m)	kg/cm ²	60.80	32.25	37.51	30.63

4.2.2.2 Análisis de resultados ladrillo King Kong

Como se muestra en las Tablas 72 y 73, la Tabla 72 es la comparación de la unidad de control el ladrillo King Kong, en este caso, se hace la comparación de resultados con Ccama (2021) que, en la variación dimensional, nuestra investigación presenta un valor de 2.51% en contraste a 0.34% de la investigación del otro autor que no tiene mucha significancia ya que ambos clasifican como un ladrillo tipo V apto para construcciones de buena calidad. En el ensayo de alabeo esta investigación para ladrillo King Kong obtuvo 0.35 mm de distorsión de las superficies de la unidad que es lo que mide esta propiedad a diferencia de la investigación de Ccama (2021) que obtuvo 1.81 mm de alabeo, esto indicaría una mejor distribución de superficie en el caso de las muestras analizadas en esta investigación, ambos clasifican como ladrillo tipo V según el reglamento nacional de edificaciones en su título E070 albañilería.

En el ensayo de absorción podemos comprobar que esta investigación obtiene 11.42% en contraste a los 16.26% de la investigación de Ccama (2021) y que, según el reglamento nacional de edificaciones en su título E070 de albañilería apartado 5.5 aceptación de la unidad, indica que las unidades no tendrán una absorción mayor al 22%, por lo tanto, los resultados obtenidos están dentro de los límites permitidos. En el porcentaje de vacíos, medida que se encuentra en las normas de unidades (NTP 399.613), nos permite apreciar el área de vacíos de la unidad que para la investigación es 55.60% y 43.497% para la otra investigación. Estos porcentajes si bien son similares superan el 25% que la norma

establece para ladrillo solidos que si bien no comprometen la resistencia del ladrillo estos presentan una falla explosiva que afectaría la edificación. (Ccama, 2021)

En lo que respecta a las compresiones de la unidad y de prismas, para el caso de las unidades de esta investigación se obtuvo 26.40 kg/cm. y 45.60 kg/cm² para la investigación de Ccama (2021). El bajo valor obtenido para esta investigación es debido por un lado a la marca diamante ofrecida en el mercado, es de fabricación arequipeña que actualmente viene exportando este material a Puno, nos da un bajo valor y no alcanza los mínimos requeridos por el reglamento. Seguidamente se hizo la compresión de prismas de albañilería lo que nos da como resultado 61.26 kg/cm² y 67.51 kg/cm² para esta investigación y la de Ccama (2021) respectivamente lo que nos indica valores cercanos que nos permite decir que no estamos muy lejos de la realidad. Pero lamentablemente no cumple con la Tabla 6 de esta investigación donde indica un mínimo de 65 kg/cm² para pilas de ladrillo King Kong mecanizados.

4.2.2.3 Análisis de resultados unidades de sillar

Como en el caso anterior se hizo un análisis comparativo de las muestras de ladrillo King Kong en este caso de la misma manera compararemos resultados de las muestras de sillar como se aprecia en la Tabla 73. En el caso de las variaciones dimensionales en el sillar pequeño se tiene 3.01% y 0.59% para esta investigación y para la investigación de Bejarano y Mendoza (2019) respectivamente dichos porcentajes clasifican para un tipo V de ladrillos King Kong. En el caso del sillar grande se tiene



2.61% y 0.84% para esta investigación y la investigación de Bejarano y Mendoza (2019) respectivamente. Dichos valores nos indican una buena diferencia de porcentaje posiblemente por la calidad del material disponible como la cantidad de piedra sillar que hizo falta en esta investigación. Luego los porcentajes comparando estos resultados de la Tabla 66 con la Tabla 3 de esta investigación nos da una clasificación de un ladrillo King Kong tipo V apto para construcciones de albañilería en condiciones rigurosas.

En el caso del alabeo tenemos los siguientes resultados 0.06mm. y 0.19 mm. para esta investigación y la investigación de Bejarano y Mendoza (2019) respectivamente, dichos valores nos dan una perspectiva de como se ha trabajado los valores de esta investigación, son menores ya sea por el corte con agua que se hizo o el buen corte del operario que la hizo así también los autores Bejarano y Mendoza (2019) mencionan que el corte con agua viene a ser perjudicial ya que si bien dejan superficies más finas en las unidades en cambio dejan un polvillo que a la hora del asentado en muros no permiten la pega adecuada que estas necesitan. En lo demás las muestras clasifican comparando la Tabla 66 con la Tabla 4 de esta investigación como unidades de tipo V apto para construcciones de servicio rigurosas. Luego para las muestras de sillar grande se tiene los siguientes resultados 0.06mm. y 0.36mm. para esta investigación y la investigación de Bejarano y Mendoza (2019) respectivamente, estos resultados indicarían la presencia de una oquedad que se hizo en las muestras de sillar cortadas para mejor agarre de la mezcla con la unidad de albañilería como lo mencionan Bejarano y Mendoza (2019). Caso



contrario en esta investigación solo se trabajó con superficies lisas. En el caso de las absorciones para las muestras de sillar se ven absorciones en el límite del reglamento siendo esta en un máximo de 22% para una unidad de albañilería luego los valores obtenidos son 21.20%, 27.14% y 22.92%, 27.01% los primeros dos valores para las muestras de sillar pequeño y las dos siguientes corresponderían a las muestras de sillar grande. En el caso de las compresiones vemos los siguientes resultados 69.34 kg/cm², 87.09 kg/cm² y 38.80kg/cm², 97.30 kg/cm² las dos primeras corresponden al sillar pequeño, vemos una superioridad por parte de la muestra planteada por Bejarano y Mendoza (2019), para el caso de las muestras grandes hay una superioridad más pronunciada a los resultados de esta investigación. Luego para los resultados de la resistencia en prismas de albañilería (f_m) se tiene 60.80 kg/cm², 32.25 kg/cm² y 37.51kg/cm², 30.63 kg/cm², los dos primeros perteneces a los prismas de sillar pequeño y los dos restantes a los prismas de sillar grande, haciendo el comparativo vemos que los prismas de esta investigación son similares en resultados a los de Bejarano y Mendoza (2019) en el caso de la muestra de sillar pequeño esta investigación obtuvo mejores resultados.

4.2.3 Cumplimiento de objetivos

4.2.3.1 Cumplimiento de objetivo específico 1

OE 1: Determinar las propiedades físicas de ladrillo King Kong mecanizado utilizado en la ciudad de Puno.

Para la determinación de este objetivo, que corresponde a las propiedades físicas de ladrillo King Kong utilizado en la ciudad de Puno,



estos datos fueron analizados en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, donde según la norma E070 se describen las siguientes pruebas: variación dimensional, alabeo, absorción y porcentaje de vacíos. Los ensayos han sido realizados según las normas técnicas peruanas. Dichos resultados se encuentran descritos en el apartado 4.1.1 resultados para ladrillo King Kong y unidades de sillar y 4.2.1 interpretación de resultados para ladrillo King Kong y unidades de sillar.

Luego, en lo que respecta a las variaciones dimensionales y los alabeos, se ha obtenido 2.51% y 0.35 mm respectivamente haciendo la clasificación en ambos ensayos se obtendría unidades de tipo V aptos para construcciones de albañilería y condiciones rigurosas. Por absorción se obtiene un 11.42% que según la norma esta unidad sería aceptado ya que no superaría el 22% como máximo exigido por la norma. Por porcentaje de vacíos se obtienen un 55.60%.

4.2.3.2 Cumplimiento del objetivo específico 2

OE 2: Determinar las propiedades físicas (alabeo, absorción y variación dimensional) de unidades de sillar de la localidad de Mallkamayo-Puno-2023.

Para la determinación de las propiedades básicas como son alabeo, absorción y variación dimensional de unidades de sillar, se procedió de la misma manera que en el caso del objetivo específico 1 que corresponde al ladrillo King Kong y se utilizó la norma E070. Dichos resultados se encuentran en los apartados 4.1.1 resultados para ladrillo King Kong y



unidades de sillar y 4.2.1 interpretación de resultados para ladrillo King Kong y unidades de sillar.

Cabe mencionar que se encontró que el sillar debido al corte que se hizo presenta pocas irregularidades y estos clasifican a un tipo V lo cual indicaría buena resistencia apto para construcciones de albañilería los resultados obtenidos fueron de 3.01% y 2.61% como variaciones dimensionales y 0.06mm para el caso de los alabeos. Debido a que estos son enteros y macizos no presenta porcentaje de vacíos. En el caso de la absorción al igual que las unidades de ladrillo estas fueron cortadas a medias unidades según las normas técnicas para así poder de mejor manera transportarlas y secarlas en laboratorio los resultados obtenidos fueron 21.20% y 22.92% para el sillar pequeño y sillar grande respectivamente lo cual indica que el sillar pequeño está en los límites del reglamento en cambio el sillar grande supera por poco al 22%.

4.2.3.3 Cumplimiento del objetivo específico 3

OE 3: Determinar la resistencia de unidades y prismas de ladrillo King Kong mecanizado utilizado en la ciudad de Puno.

Estos resultados se encuentran en el apartado 4.1.1.5 y los apartados 4.2.1.5 y 4.2.1.6 interpretación de resultados.

Estos ensayos vendrían a ser los más importantes en lo que respecta a dichas unidades de albañilería con el que podemos comprobar la resistencia a compresión. Primeramente, se hizo la compra del ladrillo King Kong en la cantidad de 40 unidades como se encontró en los apartados 3.4 población y muestra de esta investigación. En el caso de los

prismas se utilizaron 12 unidades los prismas fueron hechos de tres hiladas y para la rotura de unidades se utilizó 5 unidades. Se obtuvo para los prismas de ladrillo King Kong un valor de 61.26 kg/cm^2 que es un valor muy cercano al mínimo esto demuestra una baja calidad de estos materiales. En el caso de las unidades de ladrillo King Kong se obtuvo 26.40 kg/cm^2 que es un valor muy bajo respecto a los mínimos requeridos.

4.2.3.4 Cumplimiento del objetivo específico 4

OE 4: Determinar la resistencia de unidades y prismas de sillar de la localidad de Mallkamayo-Puno-2023.

Estos resultados se encuentran detallados en el apartados 4.1.1.5 y los apartados 4.2.1.5 y 4.2.1.6 para la interpretación de los resultados.

Se encontró que los prismas de sillar pequeño obtuvieron una mejor respuesta a la compresión con un valor de 60.80 kg/cm^2 siendo este valor muy cercano al mínimo requerido según la Tabla 6 resistencia para pilas de ladrillo King Kong mecanizado de esta investigación. En el caso del sillar grande nos da un valor de 37.51 kg/cm^2 . Para las unidades de sillar pequeño es el que mejor resultado ha dado siendo este de 69.34 kg/cm^2 de 65 kg/cm^2 logrando clasificar para un ladrillo tipo I apto para construcciones de baja calidad o de no mucha sollicitación de cargas. Para el caso del sillar grande se ha obtenido 38.80 kg/cm^2 que es un valor menor al solicitado por el reglamento para unidades de albañilería.

4.2.3.5 Cumplimiento del objetivo específico 5

OE 5: Comparar los costos de explotación, fabricación y construcción del ladrillo King Kong mecanizado y de unidades de sillar de la localidad de Mallkamayo.

Los resultados de este objetivo se encuentran detallados en el apartado 4.1.3 comparación de costos de explotación, fabricación y construcción.

Se cumplió dicho objetivo, con un resultado negativo para el sillar debido a los costos de explotación y fabricación que hacen imposible un abaratamiento siendo estos los resultados básicamente el costo del muro de ladrillo King Kong es 84.45 soles el metro cuadrado en el caso de los sillares a 191.47 y 166.84 soles el metro cuadrado para el sillar pequeño y grande respectivamente. Estos resultados nos dan a entender un mayor costo por parte de las unidades de sillar. Los costos de explotación son similares y el de fabricación a 6.45 y 7.07 soles la unidad.

4.2.3.6 Cumplimiento del objetivo general

El objetivo general es como sigue, comparar las propiedades físicas y resistencia de ladrillo King Kong mecanizado y unidades de sillar de la localidad de Mallkamayo-Puno-2023.

Para cumplir el objetivo general de esta investigación hemos realizado las siguientes pruebas resistencia a la compresión, alabeo, variación dimensional y absorción de ladrillo King Kong y unidades de

sillar además del ensayo de resistencia de prismas de albañilería estos datos se pueden encontrar en el apartado 4.1 y 4.2 resultados y discusión.

Básicamente se ha conseguido evaluar estas pruebas encontrando por ejemplo un buen comportamiento de las unidades de sillar en sus dimensiones y concavidades es por eso que estos tienen una clasificación tipo V apto para construcciones resultados similares obtenidos en el ladrillo King Kong con 2.51% y 0.35 mm para la variación dimensional y el alabeo respectivamente entonces por variación dimensional y alabeo tenemos un ladrillo King Kong tipo V. Las absorciones de igual manera no deben sobrepasar el 22% de absorción lo cual es cumplido por el sillar pequeño no ha si para el sillar grande que supera este porcentaje mínimamente con un 22.92% de absorción. Finalmente, el sillar pequeño ofrece mejor resistencia con un 69.34 kg/cm² en cambio el sillar grande con 38.80 kg/cm² ofrece menor resistencia a la compresión. En el caso de los prismas el ladrillo King Kong y el sillar pequeño vienen igualados con 61.26 kg/cm² y 60.80 kg/cm² y el prisma de sillar grande con 37.51 kg/cm² da menores resultados esto posiblemente a que fueron prismas de dos unidades.

4.2.3.7 Diagrama tornado de los valores obtenidos en los ensayos

A continuación, se muestra el gráfico comparativo en la Figura 46 de los valores obtenidos en los diferentes ensayos realizados en esta investigación tales como variación dimensional, alabeo, absorción, porcentaje de vacíos y las roturas a la unidad y a los prismas, el siguiente cuadro muestra los porcentajes respecto a un 100% a los cuales se ajustan



estos valores donde podemos evidenciar su comportamiento respecto a la unidad de control el ladrillo King Kong.

Por ejemplo, la compresión de prismas presenta valores de 94.2% y 93.5% para el ladrillo King Kong y el sillar pequeño respectivamente esto quiere decir que el ladrillo King Kong es mayor en resistencia que el sillar pequeño por una mínima diferencia y muy cercanos al valor requerido, esto es lo que se menciona líneas arriba en donde el mínimo es ligeramente superior a los valores obtenidos en esta investigación. Con respecto a la compresión de la unidad vemos una superioridad amplia del sillar pequeño respecto del ladrillo King Kong.

Con respecto a la absorción el sillar pequeño vemos la capacidad de retener agua en su estructura molecular con un 96% de absorción respecto al máximo exigido de la misma manera el ladrillo presenta un buen porcentaje con 52% de absorción respecto al máximo. Respecto a la variación dimensional para un tipo V vemos un valor elevado para el sillar pequeño que es 100% en contraste al 72% del ladrillo King Kong. En el caso de los alabeos se evidencia los bajos valores lo que promueve nuestras muestras como de un bajo alabeo y de un tipo V apto para construcciones de albañilería.

En el siguiente caso hacemos la misma comparación como se ve en la Figura 47 esta vez entre el sillar grande y el ladrillo King Kong como unidad de control como se presenta en esta investigación luego se aprecia que el prisma de ladrillo King Kong presenta un mejor desenvolvimiento que los prismas de sillar grande ya sea por lo no equitativo que fue esta

comparación debido a que el prisma de sillar grande se hizo solamente con dos unidades debido a que por su tamaño no cabían en la prensa hidráulica del laboratorio de la Universidad Nacional del Altiplano y tuvo que hacerse de dos unidades. En el caso de la compresión de las unidades se evidencia una mejor respuesta del sillar grande con respecto al ladrillo King Kong. El porcentaje de vacíos corresponde al ladrillo King Kong ya que este presenta alveolos obteniendo un porcentaje de 55.60% en cambio las unidades de sillar al no presentar alveolos estos prácticamente no tienen porcentaje de vacíos y su porcentaje de vacíos es 0%.

Con respecto a la variación dimensional y los alabeos para el sillar grande como se ve en la Figura 47 el sillar grande presenta mayor variación dimensional que el ladrillo King Kong para el caso de los alabeos si bien el alabeo del ladrillo King Kong resulta más elevado el porcentaje resulta mínimo con un 18% y 3% para el ladrillo King Kong y sillar grande respectivamente.

Finalmente, vemos en la Figura 46 una buena respuesta en resistencia de la unidad de sillar pequeño para tipo I apto para construcciones de baja calidad o de uno o dos niveles seguidamente vemos una buena respuesta también en el caso de las pilas tanto de ladrillo King Kong como de las unidades de sillar pero que no llegan al mínimo requerido de 65 kg/cm^2 . Luego en la Figura 47 como buen material absorbente vemos que la absorción del sillar grande supera los máximos requeridos de 22% en contraste al ladrillo King Kong que presenta una absorción promedio. Vemos también una buena respuesta en el caso de la unidad de sillar grande superando al alcanzado por la unidad de ladrillo

King Kong pero que en ambos casos no llegarían al mínimo requerido de 50 kg/cm^2 . En el caso de los Prismas de ladrillo King Kong y unidades de sillar grande existe una respuesta significativa de ambos, pero la del sillar grande aun es bajo para los requerimientos de esta investigación. En conclusión, el mejor sillar vendría a ser el sillar pequeño apto para construcciones de albañilería de bajas solicitaciones.

Figura 46

En el gráfico el diagrama tornado sillar pequeño

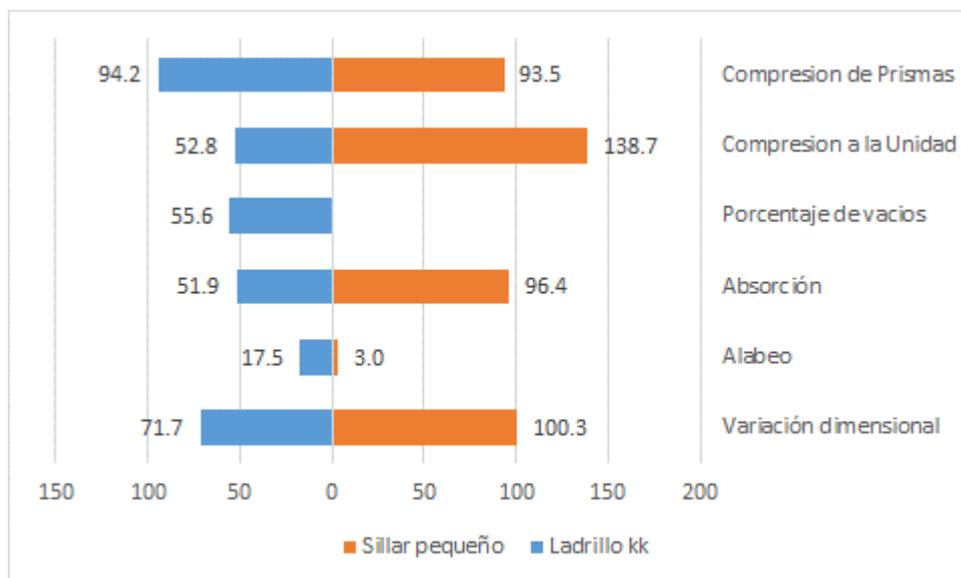
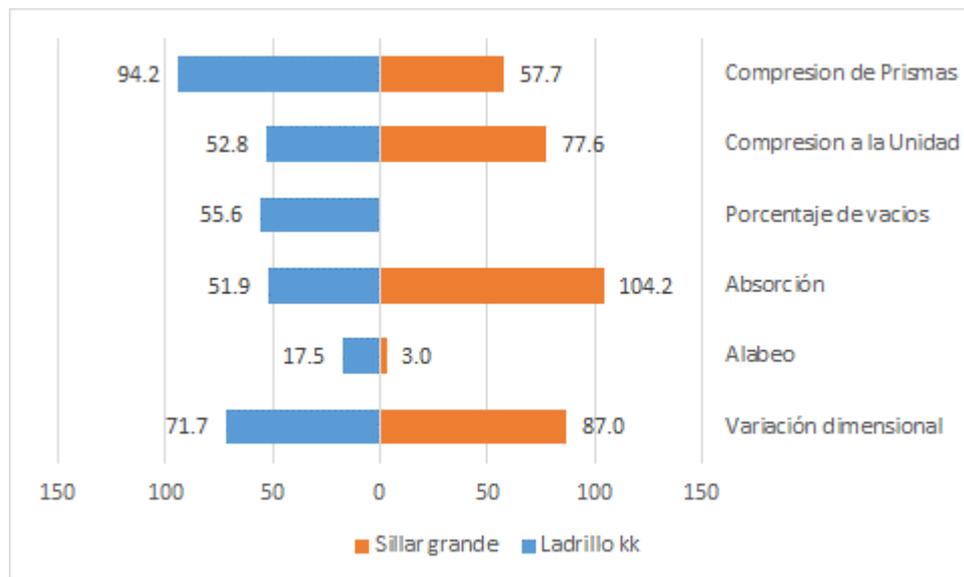


Figura 47

En el gráfico el diagrama tornado sillar grande





V. CONCLUSIONES

PRIMERA: Se ha determinado las propiedades físicas del ladrillo King Kong como variación dimensional, alabeo, absorción y porcentaje de vacíos propios de las unidades de albañilería donde se ha encontrado valores que clasificarían al ladrillo King Kong como una unidad de tipo V como se puede ver en las tablas 67 y 68 de esta investigación lo que indicaría que esta unidad es apta para construcciones de albañilería. Por absorción el ladrillo King Kong es aceptado por los requerimientos de la norma alcanzando un valor de 11.42%. Por porcentaje de vacíos este alcanza 55.60% que si bien no afecta a la resistencia del ladrillo este presenta una falla explosiva que comprometería la estabilidad estructural de la edificación.

SEGUNDA: Respecto a las propiedades físicas de las unidades de sillar, siendo esta un material redescubierto para la ciudad de puno y teniendo la necesidad de la vivienda económica, es que se propuso este material, hemos encontrado su buena disposición como material de construcción, aunque en la actualidad se encuentra más barato y de más fácil uso el ladrillo King Kong. Con respecto a sus propiedades físicas han superado nuestras expectativas ya sea en el caso de las variaciones dimensionales y los alabeos los cuales se encuentran aceptables. Por absorción alcanzan mayores valores cercano al máximo de 22% y superándolo inclusive en el caso del sillar grande.

TERCERA: Con respecto a la resistencia de unidades y prismas de ladrillo King Kong luego de los ensayos de laboratorio correspondiente y análisis de datos



obtenemos un valor de 30.58 kg/cm² para la resistencia de unidades y un valor de 61.26 kg/cm² para la resistencia de prismas, en ambos casos no se ha podido alcanzar el mínimo requerido por el reglamento y comparando resultados con otras investigaciones vemos que nuestros valores son muy cercanos aunque para el caso de prismas la otra investigación alcanza el valor requerido para ladrillos mecanizados.

CUARTA: Con respecto a la resistencia de unidades y prismas de las unidades de sillar, siendo estas propiedades importantes, se ha obtenido 69.34 kg/cm² y 38.80 kg/cm² para el caso de las unidades y 60.80 kg/cm² y 37.51 kg/cm² para el caso de los prismas de estos las unidades de sillar pequeño estarían clasificando como un ladrillo tipo I y en el caso de los prismas estos valores no alcanzan el mínimo de 65 kg/cm².

QUINTA: Como quinta conclusión obtenida en este trabajo que correspondería a los costos de producción, fabricación y la construcción de un muro estos se han determinado mediante costos unitarios encontrando que aun los costos de fabricación del sillar aún son elevados.

SEXTA: Luego de realizadas los ensayos de laboratorio lo que esta investigación busca es comparar las propiedades físicas y resistencia del ladrillo King Kong y las unidades de sillar propuestas se ha visto que en el caso de las variaciones dimensionales y alabeos encontramos que las superficies de sillar no presentan muchas variaciones en contraste al ladrillo King Kong. Las otras propiedades importantes como la absorción de las muestras el límite máximo aceptable vendría a ser 22% lo que llega a cumplirse para el ladrillo King Kong y el sillar pequeño en cambio el sillar grande



presenta un porcentaje levemente mayor y si somos exigentes esta estaría superando el máximo requerido. En el caso del porcentaje de vacíos esta propiedad de la unidad de albañilería se presenta como una medida del área de vacíos, en nuestro caso se ha tomado los volúmenes y se ha obtenido un porcentaje del volumen bruto de la unidad el cual es 55.60% que nos estaría mostrando un valor elevado. En el caso de las roturas gracias a la prueba de normalidad Shapiro-Wilk se estaría demostrando la normalidad de nuestros datos encontrados y analizando los datos en contraste con el ladrillo King Kong se presenta variaciones para nuestros fines el único que estaría clasificando sería la muestra de sillar pequeño quien alcanza un valor de 69.34 kg/cm^2 mejor que un ladrillo tipo I, pero no mejor que un tipo II; de la misma manera se estaría demostrando en general la normalidad de nuestros datos para el caso de las absorciones y variaciones dimensionales que ya sea por motivos de medidas mal tomadas habríamos obtenido algunos datos no paramétricos. En el caso de las pruebas de normalidad de los datos obtenidos se ha encontrado que nuestros datos de rotura tanto de las unidades como de los prismas encontramos datos normales a partir de los datos obtenidos que trabajados estadísticamente y graficados en el caso de línea de tendencia o en forma de campana aproximadamente presentan datos normales para el caso de las roturas como también podemos apreciar en las figuras del apartado 4.1.2.



VI. RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Las unidades de sillar deberán ser humedecidas en su totalidad antes del asentado de las mismas, debido al alto porcentaje de absorción que poseen.
- SEGUNDA:** Se recomienda el uso de sillar pequeño de dimensiones 13x18x26 para unidades de albañilería en muros por sus propiedades físicas y de resistencia en contraste a la muestra de sillar grande, esto debido a las dimensiones más grandes 16 x 24 x 30 donde se presentan distorsiones a la hora de medir la resistencia a la rotura, como flexión.
- TERCERA:** Debido al costo y tiempo que implicaría la extracción real de la piedra sillar, solamente hemos tomado muestras que por facilidad se tomaron de trabajos anteriores en cantera, se recomienda que en trabajos futuros se tome en cuenta este punto con mayor interés.
- CUARTA:** Según la bibliografía consultada, respecto al tamaño de los bloques de sillar, se demuestra a partir de nuestra investigación y como la de ellos Bejarano y Mendoza (2019) que el tamaño pequeño trabaja bien en situaciones de resistencia a compresión y propiedades que exige la norma E070 de albañilería, de esta manera se da la posibilidad de realizarse aún más estudios que corroboren la validez de que el sillar de Puno presenta buena resistencia apto para construcciones de uno o dos niveles.
- QUINTA:** Las pruebas estadísticas son herramientas que nos permiten determinar la validez de nuestros datos en esta investigación, se utilizó la prueba de normalidad de los datos con la gráfica QQ y la curva y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.





VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto, T.F. (2008). Análisis y diseño de edificaciones de albañilería. Lima, Perú: Editorial San Marcos.

Alave Huanca, M. D. y Mendoza Rios, J.P. (2019). Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto de $f'c= 175$ kg/cm² para muros de tabiquerías en edificación en la ciudad de Tacna. (Tesis, Universidad Privada de Tacna). URI: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1137>

Bejarano Peraltilla, S. P. y Mendoza Zúñiga, F. J. (2019). Análisis comparativo de unidades de sillar en muros de albañilería para vivienda. (Tesis, Universidad Católica de Santa María). URI: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9487>

Carmona Arce M. y Carrión Rosales H. (2015). Potencia de la prueba estadística de normalidad Jarque-bera frente a las pruebas de anderson-darling, Jarque-bera robusta, chi-cuadrada, chen-shapiro y Shapiro-wilk. (Tesis, Universidad Autónoma del Estado de México). URI: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/94337>

Ccama Jaliri, E. E. (2021). Evaluación y comparación de la resistencia y características del ladrillo artesanal, semimecanizado y mecanizado para muros y techos en la ciudad de Puno. (Tesis, Universidad Nacional del Altiplano). URI: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/15280>

Comisión de normalización y de fiscalización de barreras comerciales no arancelarias- INDECOPI (2013). NTP 399.605 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de



ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. <https://pdfcoffee.com/qdownload/ntp399605serfft-5-pdf-free.html>

Comisión de reglamentos técnicos y comerciales-INDECOPI (2005). NTP 399.613 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. <https://pdfcoffee.com/qdownload/ntp-399-613-pdf-5-pdf-free.html>

Dirección de normalización-INACAL (2003). NTP 331.017 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos. <https://pdfcoffee.com/qdownload/ntp-331017-unidades-de-albaileria-ladrillos-de-arcilla-requisitos-1-9-pdf-free.html>

Gallegos, Héctor y Casabonne, Carlos (2005). Albañilería Estructural. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica.

Guerra Paucar, C. E. (2017). Calidad de las unidades de albañilería de arcilla según norma E-070 en la provincia de Chiclayo. (Tesis, Universidad César Vallejo). https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/16853/guerra_pc.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M.P. (2010). Metodología de la Investigación. <https://www.icmujeres.gob.mx/wpcontent/uploads/2020/05/Sampieri>.

Huayta Meza F. T. (2014). Indicadores de gestión empresarial en la producción de ladrillo artesanal de la región Junín – 2013. (Tesis de maestría, Universidad Nacional del centro del Perú). URI: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1468>

Juli Gonzales, Y. M. (2023). Evaluación de la influencia de la calidad del Mortero en la resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería – Puno, 2023. (Tesis,



Universidad Nacional del Altiplano).

<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/20549>

Kelmasky, D. (2008). Análisis de datos, 78-100. URI:

https://www.dm.uba.ar/materias/analisis_de_datos/2008/1/teoricas/Teor5.pdf

Lara Galindo, J. C. (1988). Proyecto de investigación en albañilería “Ensayos de albañilería en sillar”. (Tesis, Pontificia Universidad Católica del Perú).

http://blog.pucp.edu.pe/blog/wpcontent/uploads/sites/617/2013/04/tesis_lara.pdf

Lulichac Sáenz, F. C. (2015). Determinación de las propiedades físico - mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca. (Tesis, Universidad Privada del Norte). URI: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6652>

Mamani Cutipa, C.A. (2017). Influencia de aceites residuales de vehículos motorizados en los parámetros de resistencia de suelos finos. (Tesis, Universidad Nacional del Altiplano). URI: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/6541>

Mamani Gutiérrez, C.D. (2017). Adherencia entre el mortero y el ladrillo macizo al invertir su cara de asiento. (Tesis, Universidad Privada del Norte). URI: <https://hdl.handle.net/11537/12673>

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2006). Reglamento nacional de edificaciones (RNE). <https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>
(Fecha de acceso: 20 de diciembre de 2023)

Montero Peralta, R. P. (2016). Análisis comparativo de unidades de albañilería de sillar y arcilla calcinada para uso en la construcción de viviendas unifamiliares de 2



niveles, de acuerdo a la norma e-070 albañilería. (Tesis, Universidad Alas Peruanas). URI: <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/8069>

Pari Condori, L.C. (2022). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de la adición de piedra pómez para la elaboración de unidades de albañilería de concreto ligero en la ciudad de Puno. (Tesis, Universidad Nacional del Altiplano). URI: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18478>

Romero Saldaña, M. (2016). Revista Enfermería del Trabajo 2016. Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. 105-114. URI: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5633043.pdf>

San Bartolomé, A. (1994). Construcciones de albañilería. Comportamiento sísmico y diseño estructural. <https://pdfslide.net/documents/san-bartolome-angel-construcciones-de-albanileria.html?page=1>

Sánchez, C. (2023). Las Pruebas de normalidad. URI: https://www.researchgate.net/publication/366922523_Las_pruebas_de_normalidad

Sumalave Nina, P. H. (2019). Efectos de la adición de sillar reciclado en las propiedades mecánicas del concreto de cemento portland tipo I. (Tesis, Universidad Nacional de San Agustín). URI: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10664>

University of Alberta (2014). ASH Plotter. URI: <https://ashsi.chem.ualberta.ca/ash>



ANEXOS

ANEXO 1: Constancia de uso de Equipos y Laboratorio de construcciones

ANEXO 2: Ensayo de compresión en prismas de sillar pequeño realizado externamente
laboratorio Geocontrol Total

ANEXO 3: Certificados de calibración del equipo laboratorio Geocontrol Total

ANEXO 4: Constancia de Redacción revisada por un lingüista

ANEXO 5: Costos unitarios de Extracción y Fabricación del sillar

ANEXO 6: Cotizaciones hechas en las ladrilleras



ANEXO 1: Constancia de uso de equipos y laboratorio de construcciones



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

COSTANCIA DE USO DE EQUIPOS Y LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

**EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
DE LA FICA**

Hace constar:

Que el tesista, conducente a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil Bach: **HOWARD NELSON CARITA PEREZ**, hizo uso de los equipos del Laboratorio de Construcciones - FICA, para realizar los ensayos requeridos para su proyecto de Tesis: **"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES BÁSICAS Y RESISTENCIA DEL LADRILLO KING KONG MECANIZADO Y UNIDADES DE SILLAR DE LA LOCALIDAD DE MALLKAMAYO - PUNO"**.

Los ensayos que realizo son los siguientes.

N°	ENSAYOS	CANTIDAD
1	Rotura de pilas de ladrillo King Kong	4
2	Rotura de pilas de sillar grande	4
3	Rotura de unidades de ladrillo King Kong	5
4	Rotura de unidades de Sillar	10
5	Ensayo de variación de dimensional (ladrillo King Kong y unidades sillar)	24
6	Ensayo medida del alaveo	24
7	Ensayo de absorción	18
8	Ensayo de porcentaje de vacíos	08

Los resultados obtenidos, de los ensayos, no son responsabilidad del Laboratorio de Construcciones.

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita del interesado, para adjuntar en su proyecto de Tesis.

Puno, C. U. 20 de Septiembre de 2023.



 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 LABORATORIO CONSTRUCCIONES EPIC
 M. Sc. GINO F. LAJUE CORDOZ
 JEFE DE LABORATORIO

ANEXO 2: Ensayo de compresión en prismas de sillar pequeño realizado externamente laboratorio Geo control total

GeoCONTROL TOTAL
Ingeniería - Construcción - Control de Calidad

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS
(NTP 388.801)

CODIGO DE INFORME
GCT-ECP-095
<small>Página 1 de 1</small>

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES BÁSICAS Y RESISTENCIA DE LADRILLO KING KONG MECANIZADO Y UNIDADES DE SILLAR DE LA LOCALIDAD DE MALLKAMAYO - PUNO.

UBICACIÓN : PUNO - PUNO - PUNO

SOLICITA : BACH. CARITA PEREZ HOWARD NELSON

F. INGRESO : 2023-08-22
F. EMISIÓN : 2023-08-23
ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS MUESTRA											
NUM. DE HILADAS :	3 H	F. ELABORACIÓN :	25/07/2023	PROPORCIÓN DE MORTERO:	---						
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA :	SILLAR	ESPESOR JUNTAS (Jh y Jv) :	2.00 cm	EDAD DÍAS :	28						

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA			FECHA DE ENSAYO	EDAD DÍAS	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCIÓN	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (Kn)	CARGA (Kgl)	CARGA f'm (Kg/cm ²)	CARGA CORREGIDA f'm (Mpa)	CARGA CORREGIDA f'm (Kg/cm ²)
		ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)										
1	MUESTRA - 01	18.00	26.00	42.00	2023-08-22	28	2.33	0.763	468.00	384.85	39244	83.85	6.28	64.01
2	MUESTRA - 02	17.50	26.00	42.50	2023-08-22	28	2.43	0.784	455.00	326.54	33298	73.18	5.63	57.40
3	MUESTRA - 03	18.00	26.00	42.00	2023-08-22	28	2.33	0.792	468.00	351.09	35801	76.50	5.94	60.56
4	MUESTRA - 04	18.50	26.00	42.50	2023-08-22	28	2.30	0.755	481.00	369.40	37668	78.31	6.38	65.07

Promedio Resistencia a Compresión Axial f'm (Kg/cm ²)	6.06	61.76
Desviación Estándar	0.34	3.49
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN AXIAL f'm (Kg/cm²)	5.71	58.27

OBSERVACIONES	MODO DE FALLAS
<p>1 Las unidades de albañilería fueron puestas en laboratorio.</p> <p>2 Muestras elaboradas y curadas por el solicitante.</p> <p>3 ---</p> <p>4 ---</p> <p>5 ---</p>	

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Raul Miranda Quiroz Tamayo
CIP: 131481

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com



ANEXO 3: Certificados de calibración del equipo laboratorio Geo control tot



LABORATORIO DE METROLOGÍA | **CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA
Calibration Certificate – Laboratory of Force

OBJETO DE PRUEBA:	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN	
<i>Instrument</i>		
Rangos	2 000 kN	Pág. 1 de 3
<i>Measurement range</i>		
FABRICANTE	PYS EQUIPOS	
<i>Manufacturer</i>		
Modelo	STYE – 2000	
<i>Model</i>		
Serie	160652	
<i>Identification number</i>		
Ubicación de la máquina	LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.	
<i>Location of the machine</i>		
Norma de referencia	NTC – ISO 7500 – 1 (2007 – 07 – 25)	
<i>Norm of used reference</i>		
Intervalo calibrado	Del 10% al 100% del Rango	
<i>Calibrated interval</i>		
Solicitante	GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.	
<i>Customer</i>		
Dirección	AV. CIRCUNVALACION NORTE NRO. 1728 PUNO –	
<i>Address</i>	SAN ROMAN – JULIACA	
Ciudad	JULIACA	
<i>City</i>		
PATRON(ES) UTILIZADO(S)		
<i>Measurement standard</i>		
Tipo / Modelo	T71P / ZSC	
<i>Type / Model</i>		
Rangos	150 lb	
<i>Measurement range</i>		
Fabricante	OHAUS / KELI	
<i>Manufacturer</i>		
No. serie	B504530209 / SM58609	
<i>Identification number</i>		
Certificado de calibración	Nº INF – LE 190 – 22	
<i>Calibration certification</i>		
Incertidumbre de medida	0.060 %	
<i>Uncertainty of measurement</i>		
Método de calibración	Comparación Directa	
<i>Method of calibration</i>		
Unidades de medida	Sistema Internacional de Unidades (SI)	
<i>Units of measurement</i>		
FECHA DE CALIBRACIÓN	2022 – 11 – 16	
<i>Date of calibration</i>		
FECHA DE EXPEDICIÓN	2022 – 11 – 22	
<i>Date of issue</i>		
NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS		3
<i>Number of pages of certificate including documents attached</i>		
FIRMAS AUTORIZADAS		
<i>Authorized Signatures SUPERVISOR</i>		
		
Téc. Gilmer Huamán Requena		
<i>Responsable Laboratorio de Metrología</i>		



☎ Teléfono:
(01) 622 – 5814
Celular:
992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

✉ Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de **G&L LABORATORIO S.A.C**



ANEXO 4: Constancia de redacción revisada por un Lingüista



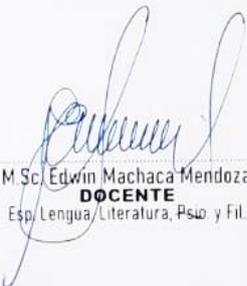
CONSTANCIA DE REVISIÓN DE LA REDACCIÓN DE TESIS

Quien suscribe, Docente de la Especialidad de Lengua, Literatura, Psicología y Filosofía, deja constancia de la revisión y corrección ortográfica del borrador de tesis titulado:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES BÁSICAS Y RESISTENCIA DE LADRILLO KING KONG MECANIZADO Y UNIDADES DE SILLAR DE LA LOCALIDAD DE MALLKAMAYO PUNO - 2023”, presentado por el Bachiller **Howard Nelson Carita Pérez**, para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Se expide la presente a solicitud del interesado.

Puno, 24 de enero del 2024



M.Sc. Edwin Machaca Mendoza
DOCENTE
Esp. Lengua/Literatura, Pso. y Fil.

C.c.Arch. 2024



ANEXO 5: Análisis de costos unitarios de Extracción, Fabricación y Muro de sillar

Proyecto: Tesis

Sub Presupuesto: Sillar

Tesista: Carita Pérez Howard Nelson

Ubicación: Puno - Puno - Puno

Fecha: 01/2024					
Partida 01.01: Extracción de roca c/explosivos					
Rend: 100.00m ³ /día			P. Base: 01 oficial + 02 peón+ 01 operario		
Descripción	Und	Cant.	P. Unit.	P. Parc.	Subtotal
Mano de obra					
Oficial	Hh	0.0800	21.82	1.75	1.75
Peón	Hh	0.1600	19.77	3.16	3.16
Operario de perforación	Hh	0.0800	27.68	2.21	2.21
Materiales					
Roca en cantera	m ³	1.2000	7.15	8.58	8.58
Fulminante # 8 de 45 mm	Pza	1.0000	1.00	1.00	1.00
Mecha naranja	m	1.0000	1.00	1.00	1.00
Dinamita al 65%	kg	0.2500	11.60	2.90	2.90
Herramientas					
Barreno de perforación	Und	0.0170	362.50	6.16	6.16
Herramientas manuales	%Mo	3.0000	7.12	0.21	0.21
Compresora neumática	Hm	0.0800	75.44	6.04	6.04
Martillo neumático	Hm	0.3200	5.00	1.60	1.60
Total					34.61

Fecha: 01/2024					
Partida 01.02: Selección y acopio de roca en cantera					
Rend: 120m ³ /Día			P. Base: 01 Oficial + 06 Peón		
Descripción	Und	Cant.	P. Unit.	P. Parc.	Subtotal
Mano de obra					
Oficial	Hh	0.0667	21.82	1.46	1.46
Peón	Hh	0.4000	19.77	7.91	7.91
Herramientas					
Herramientas manuales	%Mo	3.0000	9.37	0.28	0.28
Retroexcavadora sobre oruga	Hm	0.0667	221.11	14.75	14.75
Total					24.40



Fecha: 01/2024					
Partida 01.03: Carguío y transporte de roca					
Rend: 192.00m ³ /Día		P. Base: 01 Oficial			
Descripción	Und	Cant.	P. Unit.	P. Parc.	Subtotal
Mano de obra					
Oficial	Hh	0.0800	21.82	1.75	1.75
	Hh	0.1600	19.77	3.16	3.16
	Hh	0.0800	27.68	2.21	2.21
Herramientas					
Herramientas manuales	%Mo	3.0000	9.37	0.28	0.28
Retroexcavadora sobre oruga	Hm	0.0667	221.11	14.75	14.75
Total					24.40

Fecha: 01/2024					
Partida 01.04: Fabricación de sillar 13x18x26					
Rend: 40 Und/día		P. Base: 1 Operario			
Descripción	Und	Cant.	P. Unit.	P. Parc.	Subtotal
Mano de obra					
Operario	Hh	0.20	27.68	5.54	5.54
Herramientas					
Herramientas manuales	%Mo	5.0	5.54	0.28	0.28
Sub partidas					
Extracción de roca	m ³	0.0061	34.61	0.21	0.21
Carguío y transporte	m ³	0.0061	44.70	0.27	0.27
Selección y acopio de roca	m ³	0.0061	24.40	0.15	0.15
Total					6.45

Fecha: 01/2024					
Partida 01.05: Fabricación de sillar 16x24x30					
Rend: 40 Und/día		P. Base: 1 Operario			
Descripción	Und	Cant.	P. Unit.	P. Parc.	Subtotal
Mano de obra					
Operario	Hh	0.20	27.68	5.54	5.54
Herramientas					
Herramientas manuales	%Mo	5.0	5.54	0.28	0.28
Sub partidas					
Extracción de roca	m ³	0.0120	34.61	0.42	0.42



Carguío y transporte	m ³	0.0120	44.70	0.54	0.54
Selección y acopio de roca	m ³	0.0120	24.40	0.29	0.29
Total					7.07

Fecha: 01/2024					
Partida 02.01: Muro de ladrillo kk tipo sogá 10x14x24 m 1:5 e=1.5 cm					
Rend: 10m ² /Día			P. Base: 01 Operario + 0.5 Peón		
Descripción	Und	Cant.	P. Unit.	P. Parc.	Subtotal
Mano de obra					
Operario	Hh	0.8000	27.68	22.14	22.14
Peón	Hh	0.4000	19.77	7.91	7.91
Materiales					
Arena gruesa	M ³	0.0315	85.00	2.68	2.68
Ladrillo KK 10x14x24	Und	35.8100	1.25	44.76	44.76
Cemento portland tipo IP	Bol	0.2220	27.10	6.02	6.02
Agua	M ³	0.0080	5.00	0.04	0.04
Herramientas					
Herramientas manuales	%Mo	3.0	30.05	0.90	0.90
Total					84.45

Fecha: 01/2024					
Partida 02.02: Muro de sillar 13x18x26 m 1:5 e=3cm					
Rend: 10m ³ /Día			P. Base: 1 Operario + 0.5 Peón		
Descripción	Und	Cant.	P. Unit.	P. Parc.	Subtotal
Mano de obra					
Operario	Hh	0.8000	27.68	22.14	22.14
Peón	Hh	0.4000	19.77	7.91	7.91
Materiales					
Arena gruesa	m ³	0.0525	85.00	4.46	4.46
Cemento portland	Bol	0.3700	27.10	10.03	10.03
Agua	m ³	0.0134	5.00	0.07	0.07
Herramientas					
Herramientas manuales		3.0	30.05	0.90	0.90
Sub partidas					
Fabricación de sillar 13x18x26	Und	22.6300	6.45	145.96	145.96
Total					191.47



Fecha: 01/2024					
Partida 02.03: Muro de sillar 16x24x30 m 1:5 e=3cm					
Rend: 10m ² /Día		P. Base: 01 Operario + 0.5 Peón			
Descripción	Und	Cant.	P. Unit.	P. Parc.	Subtotal
Mano de obra					
Operario	Hh	0.8000	27.68	22.14	22.14
Peón	Hh	0.4000	19.77	7.91	7.91
Materiales					
Arena gruesa	M3	0.0630	85.00	5.36	5.36
Cemento portland tipo IP	Bol	0.4440	27.10	12.03	12.03
Agua	m3	0.0161	5.00	0.08	0.08
Herramientas					
Herramientas manuales	%Mo	3.0000	30.05	0.90	0.90
Sub partidas					
Fabricación de sillar 16x24x30	Und	16.7500	7.07	118.42	118.42
Total					166.84



ANEXO 6: Cotizaciones hechas en las ladrilleras

DISTRIBUCIONES "ALDAIR"
De: Percy Freddy Araca Flores
Venta de cemento, yeso, ladrillos, pandereta, king kong, arena fina, hormigón, y otros
Cel. 916 451 681 - 910 158 780

RUC. 10709698546
PROFORMA
001- Nº 000476

AV. SIMÓN BOLÍVAR NRO. 1279 BARRIO LAYKAKOTA - PUNO - PUNO

Sr(es): Sanctorum de una

DIA	MES	AÑO
05	01	24

Dirección: _____ DNI: _____

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	IMPORTE
1	Hilla de King Kong Mecanizado	154	1,00
1	Hilla de Paz Premium Limachi Estela		
1	Hilla de Inca Paz King Kong	15	100
	15		100

Son: _____ Soles

A Cuenta Saldo TOTAL

CANCELADO

FERRETERÍA BENAVENTURA
Venta de materiales de construcción, ladrillos mecanizados y artesanales, semi-mecanizados, cemento, yeso, arena, tubos, clavos en general.

CONTACTENOS: 951-431111 - 980-580593
Jr. Echenique N° 197 - PUNO

PROFORMA
001- Nº 001222

Fecha de Emisión	DIA	MES	AÑO
	05	07	24

Sr(es): De una Puno

Dirección: _____ CEL: _____

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. Unit.	TOTAL
7000	kingkong 18H	0.98	980.00
<i>Cotización</i>			

A CUENTA SALDO TOTAL S/.

PARA SER CANJEADO POR BOLETA "Gracias por su preferencia"



ANEXO 7: Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Howard Nelson Carita Pérez
identificado con DNI 45 85 8845 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Civil

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" Análisis Comparativos de las propiedades Básicas y Resistencia de
Ladrillo King Kong Macanizado y Unidades de Sillar de la Loca-
lidad de Mallkamayo - Puno - 2023 "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 25 de enero del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 8: Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Howard Nelson Carita Pérez
identificado con DNI 45858845 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Civil

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"Análisis Comparativo de las propiedades Baricas y Peritencia de Ladillo Kuy Kuy Mecanizado y Unidades de Sillar Halkaayo 2023"

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia: Creative

Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 25 de enero del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella