



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL ENTRE EL
CURADO TRADICIONAL Y EL CURADO CON ADITIVO EN PILAS DE
ALBAÑILERIA, CUSCO – 2019”**

Línea de Investigación Ciencia y Tecnología de Materiales y Biomateriales

Presentado por

Bach. Moisés Cabrera Berrocal

0009-0000-5745-1206

Bach. Joel Cruz Villalba

0009-0006-9905-8879

Para optar al Título Profesional de

Ingeniero Civil

Asesor:

Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez

0000-0001-6891-6902

CUSCO – PERÚ

2023



Metadatos

Datos del autor	
Nombre y apellido	MOISES CABRERA BERRROCAL
Número de documento de identidad	42587947
URL de Orcid	https://orcid.org/0009-0000-5745-1206
Datos del autor	
Nombre y apellido	JOEL CRUZ VILLALBA
Número de documento de identidad	40825679
URL de Orcid	https://orcid.org/0009-0006-9905-8879
Datos del asesor	
Nombre y apellido	VICTOR CHACON SANCHEZ
Número de documento de identidad	23807993
URL de Orcid	https://orcid.org/0009-0001-2133-7425
Datos del jurado	
Presidente del jurado (jurado 1)	
Nombre y apellido	RODE LUZ AROHUANCA SOSA
Número de documento de identidad	23922286
Jurado 2	
Nombre y apellido	CAMILO MENDOZA ESCALANTE
Número de documento de identidad	41878364
Jurado 3	
Nombre y apellido	ELIOT PEZO ZEGARRA
Número de documento de identidad	24006901
Jurado 4	
Nombre y apellido	ROBERT MILTON MERINO YEPEZ
Número de documento de identidad	23836204
Datos de la investigación	
Línea de investigación de la Escuela Profesional	CIENCIA TECNOLOGÍA DE MATERIALES Y BIOMATERIALES



Influencia en la resistencia a la compresión axial entre el curado tradicional y el curado con aditivo en pilas de albañilería, Cusco – 2019

by Moises Cabrera Berrocal

Submission date: 22-Dec-2023 10:15AM (UTC-0500)

Submission ID: 2264118057

File name: TESIS.FINALJOELCRUZ_Y_MOISES.CABRERA.FINAL....pdf (6.84M)

Word count: 25505

Character count: 131820

Dr. Ing. Victor Chacon Sanchez
Asesor de tesis



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

"INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL ENTRE EL
CURADO TRADICIONAL Y EL CURADO CON ADITIVO EN PILAS DE
ALBAÑILERIA, CUSCO – 2019"

Línea de Investigación Ciencia y Tecnología de Materiales y Biomateriales

Presentado por

Bach. Moisés Cabrera Berrocal

0009-0000-5745-1206

Bach. Joel Cruz Villalba

0009-0006-9905-8879

Para optar al Título Profesional de

Ingeniero Civil

Asesor:

Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez

0000-0001-6891-6902

CUSCO – PERÚ

2023

Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez
Asesor de tesis



Influencia en la resistencia a la compresión axial entre el curado tradicional y el curado con aditivo en pilas de albañilería, Cusco – 2019

ORIGINALITY REPORT

23%
SIMILARITY INDEX

22%
INTERNET SOURCES

2%
PUBLICATIONS

14%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universidad Andina del Cusco Student Paper	9%
2	hdl.handle.net Internet Source	8%
3	repositorio.unsaac.edu.pe Internet Source	1%
4	repositorio.upn.edu.pe Internet Source	1%
5	repositorio.uap.edu.pe Internet Source	1%
6	repositorio.uandina.edu.pe Internet Source	1%
7	repositorio.uns.edu.pe Internet Source	<1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Student Paper	<1%

Dr. Ing. Victor Chacon Sanchez
Asesor de tesis



Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Moises Cabrera Berrocal
Assignment title: Tesis final - Cabrera Cruz (2)
Submission title: Influencia en la resistencia a la compresión axial entre el cu...
File name: TESIS.FINALJOEL.CRUZ_Y_MOISES.CABRERA.FINAL....pdf
File size: 6.84M
Page count: 156
Word count: 25,505
Character count: 131,820
Submission date: 22-Dec-2023 10:15AM (UTC-0500)
Submission ID: 2264118057



Copyright 2023 Turnitin. All rights reserved.

Dr. Ing. Víctor Chacón Sánchez
Asesor de tesis



DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios por sus bendiciones, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar frente a los problemas que se presentan.

A mis padres **Juan y Rosario**, a mis hermanos **Janet, Marleni, Iván** a mi esposa **Cristiam Cinthia** y a mis amados hijos **Facundo** y **Guadalupe** por su constante apoyo, consejos y comprensión.

Joel Cruz Villalba

A Dios por brindarme la oportunidad y la dicha de la vida, al brindarme los medios necesarios para continuar mi formación como ingeniero, siendo un apoyo incondicional para lograrlo ya que sin él no hubiera podido.

A mis Padres **Hernán** y **Gabriela**, mis hermanos **Edgar, Reynaldo, Liliana, Rómulo, Michael** y **Naiza** que me acompañaron a lo largo del camino, brindándome la fuerza necesaria para continuar, así mismo ayudándome en lo que fuera posible, dándome consejos y orientaciones y muy agradecido especialmente a mi Padre, quien siempre me dijo: **a lo tuyo tú.**

Moisés Cabrera Berrocal



AGRADECIMIENTO

Mi gratitud, principal está dirigida a Dios por darme la vida y permitirme llegar al final de mis objetivos.

A lo largo de mi trayecto, he contado con la guía constante de los educadores, quienes han demostrado un compromiso profesional y ético al orientarme en la adquisición de conocimientos, contribuyendo así al fortalecimiento de mi formación.

A la ingeniero María Isabel Callau Ríos, que gracias a sus consejos y correcciones hoy podemos culminar este trabajo.

Igualmente, a mi docente Asesor Dr. Ingeniero Víctor Chacón Sánchez, colaborador fundamental a lo largo de todo este proceso, cuya dirección, sabiduría, enseñanzas y colaboración posibilitó el desarrollo de este proyecto de investigación.

A la Universidad Andina de Cusco por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en estos años.

Joel Cruz Villalba

Moisés Cabrera Berrocal



RESUMEN

Este estudio se realizó con el objeto de determinar la influencia en la resistencia a la compresión axial del tipo de curado en pilas de albañilería. Se empleó el método hipotético deductivo, pues planteamos una hipótesis general y tres sub hipótesis relacionadas con la solidez a la compresión vertical, controlando el curado de muros pequeños. Para lo cual se construyó 15 pilas de albañilería que es la población y 5 para cada tipo de curado el cual es la muestra (ladrillos industriales de 24 cm x 12 cm x 9 cm) y mezcla de cemento y arena en la proporción 1:4, con 1 cm. de anchura; los cuales fueron evaluados a la compresión axial. Una vez construidos los muretes, se procedió con el curado tradicional (agua potable), a 5 pilas de albañilería, luego a las otras 5 pilas de albañilería se les aplicó un curado con aditivo curador (Sika Cem curador), a las 5 pilas de albañilería restantes no se les aplicó ningún tipo de curado. Seguidamente se sometió a ensayos a compresión axial a los 28 días de edad, de esta manera determinó cómo afectó el proceso de curado al valor de la resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería. Finalmente, después de los ensayos se comprobó que no se incrementa la resistencia a compresión axial con el curado con aditivo el cual es 62.55 kg/cm², por el contrario no llega al mínimo requerido por la NTP E-070 el cual es 65.00 kg/cm², el curado tradicional (agua potable) sí cumple con los parámetros de la norma E-070 e incluso supera la resistencia exigida dando una resistencia a compresión axial de 65.16 kg/cm², por lo cual podemos afirmar que la técnica de curado más adecuada es la que utilizó el proceso de curado tradicional (agua potable).

Palabras clave: Curado, aditivo curador, resistencia a la compresión axial y pilas de albañilería.



ABSTRACT.

The present research work was carried out with the purpose of determining the influence of the type of curing on the axial compressive strength of masonry piles. The hypothetical deductive method was used since we proposed a general hypothesis and three sub-hypotheses related to the axial compressive strength by controlling the curing of masonry piles. For which 15 masonry piles were built, which is the population and 5 masonry piles for each type of curing, which is the sample (industrial bricks of 24 cm x 12 cm x 9 cm) and a cement-sand mortar in a 1:4 ratio, with a thickness of 1 cm; which were evaluated in axial compression. Once the masonry piles were built, 5 masonry piles were cured with traditional curing (potable water), then 5 other masonry piles were cured with a curing additive (Sika Cem curing), and the remaining 5 masonry piles were not cured at all. Then they were subjected to axial compression tests at 28 days of age, in order to determine the influence of the curing procedure on the value of the axial compressive strength of the masonry piles. Finally, after the tests, it was verified that the axial compressive strength does not increase with the curing with additive, which is 62.55 kg/cm², on the contrary, it does not reach the minimum required by NTP E-070, which is 65.00 kg/cm², the traditional curing (potable water) does comply with the parameters of standard E-070 and even exceeds the required resistance, giving an axial compressive strength of 65.16 kg/cm², so we can affirm that the most adequate curing technique is the one that used the traditional curing process (potable water).

Keywords: Curing, curing admixture, axial compressive strength and masonry piles.



INTRODUCCIÓN

El Estudio en curso tuvo el objetivo de, determinar en qué forma influye el tipo de curado tradicional en comparación al curado con aditivo en la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería. En la actualidad se utilizan aditivos para el curado de concreto lo cual nos llevó a realizar esta investigación.

Primero se evaluó los atributos físicos de los componentes de construcción para obras comprobar si cumple con lo requerido por la NTP E-070.

La proporción volumétrica para la preparación del mortero fue de (1:4) para lo cual se utilizó arena procedente de las canteras de Cunyac y Vicho.

Se construyó 15 columnas de albañilería empleando ladrillos King Kong de 18 huecos y con un grosor de mortero de 1.00 cm.

Para la técnica de curado se ensayó 15 especímenes, para los cuales se estableció tres procedimientos:

1. Primer procedimiento, planteaba no tratar adecuadamente las columnas de albañilería. se puede resaltar que las piezas fueron mojadas previamente antes de ser colocadas en pilas de albañilería.
2. Segundo procedimiento, planteaba llevar a cabo el proceso de curado tradicional de las pilas de albañilería mediante el empleo de agua durante un lapso de 14 días, junto con la previa humectación de las unidades.
3. Tercer procedimiento, planteaba realizar el curado con aditivo, para ello el producto fue administrado en la superficie del mortero mediante el uso de una brocha. Es importante señalar que las unidades fueron mojadas previamente antes de su colocación.

Para evaluar la resistencia, se sometieron los especímenes a ensayos de compresión axial después de 28 días, permitiendo así determinar cómo el método de curado aplicado afectó el valor de la resistencia a la compresión axial de las columnas de albañilería.



Seguidamente se evaluó la influencia del curado con aditivo en comparación con el curado tradicional, tomando como indicador la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería y se definió las ventajas y desventajas en cada método de curado específico.

ÍNDICE GENERAL

Capítulo I: Planteamiento del problema.....	01
1.1. Identificación del problema.....	01
1.1.1. Descripción del problema.....	01
1.1.2. Formulación interrogativa del problema.....	02
1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general.....	02
1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos.....	02
1.2. Justificación e importancia de la investigación.....	03
1.2.1. Justificación técnica.....	03
1.2.2. Justificación social.....	03
1.2.3. Justificación por viabilidad.....	04
1.2.4. Justificación por relevancia.....	04
1.3. Limitaciones de la investigación.....	05
1.3.1. Limitación geográfica.....	05
1.3.2. Limitaciones en los componentes de la albañilería.....	06
1.3.2.1. Unidades de la albañilería.	06
1.3.2.2. Mortero.....	06
1.3.2.3. Mano de obra.....	07
1.3.2.4 Curado.....	07
1.3.2.5. Ensayos de laboratorio.....	07
1.3.2.6. Análisis de resultados de investigación.....	07
1.4. Objetivos de la investigación.....	07
1.4.1. Objetivo general.....	07
1.4.2. Objetivo específico.....	08
Capitulo II: Marco teórico.....	08
2.1.- Antecedentes de la tesis.	08
2.1.1. Antecedentes a nivel nacional.	08
2.1.2. Antecedentes a nivel internacional.	12
2.2. Aspectos teóricos pertinentes.....	13
2.2.1. Unidades de albañilería.....	13



2.2.2. Propiedades de las unidades de albañilería.....	19
2.2.3. Mortero.....	23
2.2.3.1. Propiedades del morteros en estado fresco.....	24
2.2.3.2. Propiedades de los morteros en estado endurecido.....	25
2.2.3. Adhesión.....	26
2.2.3.1. Propiedades del mortero.....	27
2.2.4. Ingredientes del mortero.....	28
2.2.5. Curado.....	30
2.2.5.1. Razones para curar.....	30
2.2.5.2. Tipos de curado.....	31
2.2.6. Tipos de albañilería.....	33
2.2.6.1. Albañilería armada.....	33
2.2.6.2. Albañilería confinada.....	33
2.2.6.3. Albañilería no reforzada.	34
2.2.7. Construcción de prismas de albañilería.....	34
2.2.7.1. Transporte de prismas de albañilería.....	34
2.2.7.2. Edad de ensayo.	35
2.2.8. Refrendado del prisma.....	35
2.2.9. Aditivos.....	35
2.2.9.1. Curadores químicos.....	35
2.2.10. Componentes de la albañilería.....	37
2.2.10.1. Características generales.....	37
2.2.10.2. Clasificación para fines estructurales.....	38
2.2.10.3. Limitaciones en su aplicación.....	39
2.2.10.4. Pruebas.....	40
2.2.10.5. Aceptación de la unidad.....	41
2.2.10.6. Preparación y fluidez.	41
2.2.10.7. Resistencia.	42
2.2.11. Procedimiento de construcción.....	42
2.2.11.1. Resistencia de prismas de albañilería.....	43
2.3. Hipótesis.....	47
2.3.1. Hipótesis general.....	47
2.3.2. Sub hipótesis.....	47



2.4. Variables.....	47
2.4.1. Variables independientes.....	47
2.4.2.-Variables dependientes.....	47
2.5. Cuadro de operacionalización de variables:	48
Capítulo III: Metodología.....	49
3.1 Metodología de la investigación.....	49
3.1.1. Enfoque de la investigación.....	49
3.1.2. Nivel o alcance de la investigación.....	49
3.1.3. Método de investigación.....	50
3.2. Diseño de la investigación.....	50
3.2.1. Diseño metodológico.....	50
3.2.2. Diseño de ingeniería.....	50
3.3. Población y muestra.....	53
3.3.1. Población.....	53
3.3.1.1. Descripción de la población.....	53
3.3.1.2. Cuantificación de la población.....	53
3.3.2. Muestra.....	53
3.3.2.1. Descripción de la muestra.	53
3.3.2.2. Cuantificación de la muestra.	54
3.3.2.3. Método de muestreo.....	55
3.3.2.4. Criterio de evaluación de muestra.....	55
3.3.3. Criterios de inclusión.....	56
3.4. Instrumentos.....	56
3.4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección datos.	56
3.4.2. Instrumentos de ingeniería.....	56
3.5. Procedimientos de recolección de datos.....	57
3.5.1. Título de la prueba de laboratorio que se realizó para la recolección de datos.....	57
3.6. Procedimientos de análisis de datos.....	92
3.6.1. Título de la prueba de laboratorio o procedimiento que se realizó.....	92
Capítulo IV: Resultados.....	106
Capítulo V: Discusión.....	106
Glosario.....	112
Conclusiones.....	116
Recomendaciones.....	118



Referencias..... 119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica de la investigación..... 05

Figura 2 Unidades solidas o macizas..... 15

Figura 3 Unidades huecas.....16

Figura 4 Unidades huecas o alveolares..... 16

Figura 5 Unidades perforadas.....17

Figura 6 Unidades tubulares.....18

Figura 7 Medición de alabeo (concauidad y convexidad) en la unidad de albañilería..... 21

Figura 8 Disposición para el ensayo de succión..... 22

Figura 9 Etapas del diseño de ingeniería..... 51

Figura 10 Etapas del diseño de ingenieria..... 52

Figura 11 Unidades de albañilería.....57

Figura 12 Limpieza de unidades..... 57

Figura 13 Toma de medidas de unidades de albañilería..... 58

Figura 14 Toma de datos de la parte superior de las unidades de albañilería..... 58

Figura 15 Unidades de albañilería para ensayos de alabeo.....62

Figura 16 Medición Alabeo en unidades de albañilería..... 62

Figura 17 Instrumentos utilizados para el ensayo de alabeo..... 63

Figura 18 Toma de datos de alabeo..... 63

Figura 19 Toma de altura a la que se sumergirá la unidad de albañilería..... 68

Figura 20 Colocado de la unidad a albañilería 68

Figura 21 Control del tiempo que está sumergida.....69

Figura 22 Altura de succión de la unidad de albañilería.....69

Figura 23 Toma de medidas de la unidad de albañilería..... 70

Figura 24 Toma de medidas de los espacios vacíos..... 70

Figura 25 Dimensiones de las unidades de albañilería..... 71

Figura 26 Pesado de la unidad de albañilería..... 71

Figura 27 Introducción al horno.....72

Figura 28 Peso de la unidad de albañilería75

Figura 29 Introduce al horno las unidades de albañilería.....75

Figura 30 Saturación de las unidades de albañilería..... 76

Figura 31 Selección de tamices para calcular la granulometría del agregado.....79

Figura 32 Toma de datos para el ensayo de granulometría.....80



Figura 33 Molde de los cubos de mortero.....	82
Figura 34 Cubos de mortero a los 28 días.....	82
Figura 35 Ensayo de resistencia a la compresión axial de cubos de mortero.....	83
Figura 36 Materiales utilizados para la construcción de las pilas.....	85
Figura 37 Saturación de las unidades de albañilería.....	86
Figura 38 Agregado fino.....	86
Figura 39 Dosificación de agregado fino.....	87
Figura 40 Mezcla entre agregado y cemento portland IP.....	87
Figura 41 Construcción de las pilas de albañilería.....	88
Figura 42 Aplicación del aditivo a las pilas de albañilería.....	88
Figura 43 Pilas de albañilería a los 28 días.....	89
Figura 44 Toma de medidas en el laboratorio.....	89
Figura 45 Inicio de rotura de pilas de albañilería.....	90
Figura 46 Rotura de especímenes (curado tradicional)	90
Figura 47 Se aprecia en el espécimen la fisura ideal (curado con aditivo)	91
Figura 48 Culminación de pruebas de rotura de especímenes con presencia del asesor.....	91
Figura 49 Resultados de la resistencia a compresión axial de las pilas de albañilería.....	105



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas UTM.....	06
Tabla 2	Limitaciones de aplicación estructural de los tipos de unidades de albañilería	18
Tabla 3	Mecánica de la adhesión.....	26
Tabla 4	Resistencia a compresión del mortero.....	27
Tabla 5	Granulometría de la arena para mortero.....	29
Tabla 6	Clasificación para fines estructurales.....	38
Tabla 7	Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería.....	39
Tabla 8	Composición volumétrica del concreto líquido.....	42
Tabla 9	Métodos para determinar resistencia de prismas.....	44
Tabla 10	Incremento de f'_m y V'_m por edad.....	45
Tabla 11	Resistencias características de la albañilería.....	46
Tabla 12	Cuadro de operacionalización de variables.....	48
Tabla 13	Representación de las muestras de las pilas de albañilería.....	54
Tabla 14	Cantidad de pilas.....	55
Tabla 15	Variabilidad dimensional.....	59
Tabla 16	Parámetros de variación de dimensiones.....	60
Tabla 17	Tabla de resultados de variabilidad dimensional en porcentaje.....	61
Tabla 18	Procesamiento o cálculos de la prueba de alabeo.....	64
Tabla 19	Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....	66
Tabla 20	Determinación del porcentaje de succión de las unidades de albañilería.....	73
Tabla 21	Resultado del ensayo de succión.....	74
Tabla 22	Determinación del porcentaje de absorción de las unidades de albañilería.....	77
Tabla 23	Resultados del porcentaje de absorción de las unidades de albañilería.....	78
Tabla 24	Granulometría del agregado fino.....	81
Tabla 25	Resistencia a la compresión axial de cubos de mortero.....	84
Tabla 26	Resistencia a compresión axial característico de los cubos de mortero.....	85
Tabla 27	Resistencia a la compresión axial en pilas sin curado.....	92
Tabla 28	Resistencia a la compresión axial en pilas con un curado tradicional.....	92
Tabla 29	Resistencia a la compresión axial en pilas curadas con aditivo.....	93
Tabla 30	Cuadro de factor de corrección.....	94
Tabla 31	Factor de corrección en pilas sin curado.....	95
Tabla 32	Factor de corrección en pilas con un curado tradicional.....	96
Tabla 33	Factor de corrección en pilas curadas con aditivo.....	97
Tabla 34	Cálculo de la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería sin curado.....	99



Tabla 35 Resumen de resultados de la resistencia a la compresión axial sin curado.....	100
Tabla 36 Ensayo de compresión axial en pilas de albañilería con curado tradicional.....	101
Tabla 37 Resumen de resultados de la resistencia a la compresión axial curado con agua.....	102
Tabla 38 Ensayo de compresión axial en pilas de albañilería con un curado con aditivo.....	103
Tabla 39 Resumen de resultados de la resistencia a la compresión axial curado con aditivo-.....	104
Tabla 40 Resumen de resultado.....	106
Tabla 41 Variación de la dimensión.....	107
Tabla 42 Resistencia características de la albañilería.....	108
Tabla 43 Comparación entre la norma y los resultados obtenidos.....	109
Tabla 44 Resultados obtenidos de la resistencia a la compresión axila de las pilas.....	110



Índice de Ecuaciones

Ecuación 1 Variabilidad dimensional.....	20
Ecuación 2 Succión	22
Ecuación 3 Variabilidad dimensional promedio.....	60
Ecuación 4 Alabeo.....	65
Ecuación 5 Convexidad promedio.....	65
Ecuación 6 Concavidad promedio.....	65
Ecuación 7 Succión	72
Ecuación 8 Absorción.....	76
Ecuación 9 Factor de corrección por esbeltez.....	94
Ecuación 10 Resistencia a la compresión de la pila de albañilería.....	97
Ecuación 11 Cálculo de la resistencia característica a compresión en pilas de albañilería.....	97
Ecuación 12 Resistencia promedio a compresión.....	98
Ecuación 13 Desviación estándar.....	98
Ecuación 14 Coeficiente de variación.....	98



CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del Problema

1.1.1 Descripción del problema

Una de las propiedades estructurales de mayor importancia de la albañilería es la resistencia a compresión del murete de las unidades de albañilería. Esta resistencia dependerá directamente de las características de los materiales que conforman la albañilería. Para el caso del mortero de la junta, depende de que el cemento logre el mayor grado de hidratación posible, haciendo necesario evitar que el mortero pierda el agua de mezcla, por eso es tan importante curar los muros de albañilería una vez construidos.

El proceso de curado de un muro estructural de albañilería, es un concepto conocido, pero pocos constructores de nuestro medio saben exactamente en qué consiste y cuál es la manera correcta de desarrollarlo para obtener resultados óptimos. Consideramos que el curado, es la herramienta más económica y eficaz para garantizar una obra durable y resistente, con este concepto nos referimos que en la actualidad el agua es un elemento importante y escaso en algunos sectores de la región. Es una opción utilizar un aditivo en el curado del concreto, teniendo en cuenta que este debe cumplir con la resistencia mínima a la compresión axial de acuerdo a la NTP E-070.

Es importante mencionar el costo de mano de obra, el cual sería un ahorro si el curado con aditivo cumple con lo que exige la NTP E-070, ya que se tendría que aplicar una sola vez el aditivo mencionado, ahorrándose así el costo de mano de obra.

En nuestra región, actualmente se utilizan inadecuadas prácticas de curado o simplemente esta actividad no se lleva a cabo, demostrándose que muchos constructores de nuestro medio desconocen los beneficios y aportes de un curado adecuado, además de la incidencia de este proceso en las propiedades finales de una estructura.

Son tan variados los beneficios que brinda el curado y este es una práctica tan sencilla de implementar, que el hecho de no efectuarlo en una obra de construcción es un desperdicio de sus bondades.



Por otro lado, se debe tener en consideración el método de curado de un muro de albañilería. En la actualidad existen varios métodos utilizados para mantener cierto nivel de humedad en el mortero. Los métodos de mayor uso en nuestro país son: La aplicación continua y frecuente de agua y el uso de materiales sellantes o compuestos curadores líquidos para evitar la evaporación, este segundo método es poco conocido y utilizado en el curado de muros en nuestra región.

Mejorar la calidad de la construcción en nuestro medio, mediante el desarrollo de un curado adecuado, actualmente es de gran importancia, pues la durabilidad de la estructura, constituye, un aspecto de extrema importancia debido a la necesidad de rehabilitar estructuras afectadas por la acción de ambientes agresivos.

Son tantos los beneficios del curado que esta práctica debe contemplar una especificación adecuada y su cumplimiento debe ser controlado en nuestro medio de manera estricta.

1.1.2. Formulación interrogativa del problema

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general

¿Cómo influirá en la resistencia a la compresión axial entre el curado tradicional y el curado con aditivo en pilas de albañilería en la ciudad de Cusco?

1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos

- a. ¿Cuál será la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería curadas de manera tradicional?
- b. ¿Cuál será la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería curadas con aditivo?
- c. ¿Cuál será la de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería sin curado?



1.2. Justificación e Importancia de la Investigación

1.2.1. Justificación técnica

En nuestra ciudad se puede evidenciar como va creciendo la industria de la construcción de edificaciones y en su mayoría utilizan muros de albañilería dentro de sus estructuras.

Esta investigación es justificable porque en la actualidad se aplica en el curado de muros de albañilería, los aditivos que tienen un costo económico por metro cuadrado, en comparación con el curado con agua, en el cual se evalúa el rendimiento del personal por metro cuadrado, pero para poder comparar se tiene que evaluar si el aditivo cumple con la resistencia a la compresión axial exigida por la NTP E-070 y así poder determinar cuál es el curado que cumple con la resistencia a la compresión axial y poder recomendar su uso en el curado de muros de albañilería.

A pesar que en nuestra ciudad existen investigaciones acerca de mortero y unidades de albañilería que son elementos para la construcción de muros, existe un escaso conocimiento sobre la forma de curado que se emplea, es por eso que en este trabajo de investigación determinamos qué resultados se obtienen realizando el curado tradicional, en comparación al curado con aditivo en pilas de albañilería.

1.2.2. Justificación social

Con la presente investigación, se aporta a los conocimientos de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco.

En caso que la presente investigación alcance una difusión extensiva, los beneficiarios serían los profesionales que se desarrollan en el área de estructuras de la carrera profesional de Ingeniería Civil, ya que podrán contar con una marca de aditivo curador que cumple con los parámetros de la NTP E-070 en la resistencia a compresión axial, el cual está acorde a nuestra realidad.

Los ingenieros civiles, tenemos que velar por la seguridad de las personas que habitan en las edificaciones construidas, utilizando muros de albañilería, pues según la estadística cuando una edificación soporta una sollicitación sísmica son los muros de albañilería los que mayor daño ocasionan a las personas.



Por lo cual tenemos que asegurar el buen comportamiento de las estructuras de albañilería antes, durante y después de la construcción de acuerdo a los parámetros de la NTP 399.605 2003.

1.2.3. Justificación por viabilidad

Este estudio es posible puesto que en el mercado local podemos encontrar los elementos constructivos para albañilería de los pilares de edificación, estas se analizaron en el área de pruebas de nuestra Universidad. Es viable porque si se prueba que el aditivo satisface los criterios de la capacidad de soportar las fuerzas de compresión axial se podría suplir el uso de agua, ya que en la actualidad es un elemento escaso y sería de gran ayuda en lugares o sectores en donde no hay agua.

- **Información:** Nos centramos en los criterios establecidos en la Norma Técnica E.070 Albañilería, NTP 399.605 y a la información recopilada en el laboratorio tras la ejecución de los ensayos.
- **Economía:** Se emplean ladrillos King Kong de 18 huecos, los cuales son la opción más común en construcciones debido a su precio asequible y sus propiedades como unidades estructurales de albañilería, aditivo Sika Sem curador, agua potable y arena de Cunyac y Vicho.
- **Equipos:** Equipos del laboratorio de Universidad Andina del Cusco.

1.2.4. Justificación por relevancia

Los edificios de albañilería por su configuración y estructuración, en condiciones normales de carga, están sometidos principalmente a fuerzas axiales provenientes de la acción de las cargas muertas y de la sobrecarga de uso. La aparición de otras sollicitaciones, fuerza de corte y momento de flexión, se producen por la acción sísmica y resultan determinantes en el diseño de los edificios de albañilería ubicados en zonas de alta sismicidad como nuestra ciudad.

El bajo desarrollo de la investigación experimental en el tema de la albañilería ha contribuido a que se produzcan daños severos durante los terremotos ocurridos en los últimos 60 años. En los últimos años se han redactado normas de diseño y cálculo para edificios de albañilería, estableciendo tanto las propiedades que deben tener los



materiales como las disposiciones y limitaciones de diseño para determinar la rigidez, resistencia y garantizar la capacidad de deformación de los muros más allá de los niveles de resistencia.

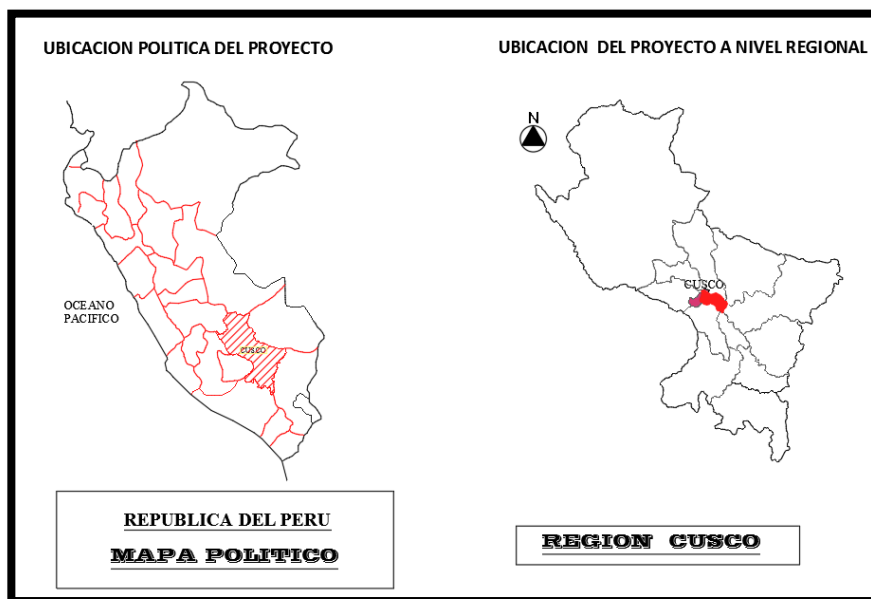
1.3. Limitaciones de la Investigación

1.3.1. Limitación geográfica

- Departamento : Cusco
- Provincia : Multiprovincial
- Distrito : Multidistrital

Figura 1

Ubicación Geográfica de la Investigación



Nota. Ubicación geográfica donde se realiza la investigación. Tomado de Google Earth



Tabla 1

Coordenadas UTM

Descripción	zona	Este	Sur (m)	Altitud (msnm)
Universidad Andina del Cusco	19L	185681.8	8501508.75	3252
Ladrillera San Jeronimo	19L	186465.51	8500319.93	3240

Nota. En la tabla se observa las coordenadas en donde se realiza la investigación.
Tomado de Google Earth.

1.3.2. Limitaciones en los componentes de la albañilería

1.3.2.1. Unidades de la albañilería.

La tesis se limita al uso de unidades de albañilería (ladrillo King Kong de 18 huecos de (24 cm x 12 cm x 9 cm).

La investigación se limita al uso de unidades de albañilería que contenga materia prima del distrito de San Jerónimo.

El estudio se limita al uso de unidades de albañilería que cumplan con lo indicado en la NTP E-070 como son variación dimensional, alabeo, absorción y succión.

La tesis se limita al uso de unidades de albañilería en las cuales las perforaciones o alveolos, necesariamente perpendiculares a la cara de asiento, no deben de alcanzar más del 30% del área de la sección bruta.

1.3.2.2. Mortero

Se limita al uso de arena con una mezcla de arena fina y arena gruesa, de las canteras de Cunyac y Vichos.

Para la investigación se usó el cemento portland tipo IP y agua potable de la ciudad de Cusco.



La tesis empleo una dosificación 1:4 (cemento-arena gruesa).

La investigación utilizó exclusivamente un espesor de mortero de 1 cm.

1.3.2.3. Mano de obra

La tesis se restringe a la mano de obra calificada de 01 operario o 01 maestro de obra.

Para el curado de las pilas de albañilería la mano de obra podría ser cualquier persona no se necesita mano de obra calificada, debido que esta actividad es muy sencilla.

1.3.2.4. Curado

La tesis se restringe al curado con agua potable de la ciudad de Cusco.

La investigación se limita a la aplicación del aditivo (Sika Cem Curador).

1.3.2.5. Ensayos de laboratorio

La velocidad de carga de rotura de las pilas de albañilería: 5 ton/min.

El tiempo de rotura de las pilas de albañilería es de 2 y 4 minutos.

1.3.2.6. Análisis de resultados de investigación

En la tabla N° 11 se establece como valor mínimo de resistencia a la compresión axial (65.00 kg/cm²), en pilas de albañilería, elaboradas con ladrillos King Kong industrial utilizando como materia prima la arcilla.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo general

Comparar la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería curadas de manera tradicional y pilas de albañilería curadas con aditivo en la ciudad de Cusco.



1.4.2. Objetivo específico

- a. Determinar la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería con curado tradicional.
- b. Determinar la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería curado con aditivo.
- c. Determinar la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería sin curado.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1.- Antecedentes de la Tesis.

2.1.1 Antecedentes a nivel nacional.

- a. **Título:** “Influencia del Tipo de Curado en la Resistencia a la Compresión Axial de la Albañilería”

Autor : María Verónica Horna Hernández

Universidad : Universidad Privada del Norte

Propósito : Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Lugar : Cajamarca - 2015

Resumen:

Para evaluar la resistencia, se aplicaron ensayos de compresión axial a los especímenes que fueron fabricados y sometidos a un procedimiento específico de curado, llevándose a cabo a los 28 días de su fabricación. De este modo, se determinó el impacto del procedimiento de curado en la solidez estructural. Los resultados de los ensayos indicaron que el tercer método destacó significativamente en términos de resistencia a la compresión axial. En consecuencia, este estudio identificó el proceso de curado con Antisol-Sika como la técnica más efectiva. Se determina que el método C es el más apropiado para la construcción, que incluye el curado con aditivo.



Conclusiones:

Al utilizar tres procesos de curado en la albañilería, se cumplió el objetivo del proyecto: determinar la influencia del curado en la resistencia a la compresión axial; los procedimientos de curado con agua y antisol, generaron un incremento de 13.18% y 17.74% (respectivamente) sobre la muestra patrón, indicando de esta manera, que, al realizar el curado del mortero, la albañilería mejora su respuesta ante la resistencia a la compresión axial.

- b. Título:** “Evaluación de la Resistencia a Compresión Axial de las Pilas Elaboradas con Unidades de Albañilería de Tipo King Kong de 18 Huecos en función al Alabeo la Variación Dimensional y en el Espesor de la Junta de las Ladrilleras de San Jerónimo – Cusco”

Autor : Michael Hernán Cabrera Berrocal.

Universidad : Universidad Andina del Cusco

Propósito : Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Lugar : Cusco – 2015

Resumen:

La tesis tuvo por objetivo principal demostrar la calidad de las unidades de 18 huecos de albañilería de las ladrilleras del distrito de San Jerónimo para conocer de este modo si pueden ser empleados en construcciones de albañilería estructural.

El elemento preponderante en la edificación de hogares en Cusco es la albañilería construida con ladrillos cerámicos, y su característica estructural más significativa es su capacidad de solidez.

Con el propósito de determinar la resistencia a compresión de la albañilería (f_b), se fabrican prismas o pilas, dispuestos al asentar bloques de construcción apilados mediante mortero, seguido por la realización de ensayos de compresión axial.



De los ensayos realizados se pudo determinar que las pilas hechas con unidades huecas de la ladrillera Latesa son en general adecuadas para su uso en la albañilería estructural que es el que se utilizó para la elaboración de las pilas teniendo en cuenta la encuesta realizada y las otras ladrilleras para la variación dimensional y el alabeo.

Conclusiones:

El ladrillo King Kong de 18 huecos presenta buenas propiedades en cuanto a los ensayos de variación dimensional, alabeo y resistencia a compresión.

Después de evaluar la resistencia a compresión de las pilas hechas con unidades de albañilería estaría dentro o se podría decir que superan los 65 kg/cm².

Algunas pilas de unidades de albañilería a simple vista defectuosos obtuvieron buenos resultados, mientras que otros de buen acabado no obtuvieron buenos resultados, en cambio otros de buen acabado no obtuvieron resultados satisfactorios, por lo que no se puede juzgar o elegir ladrillos solo por su apariencia.

Una vez variado el espesor de la junta varia la resistencia a compresión, pero cuando se hizo una junta de 0.5 cm de espesor la resistencia está dentro del parámetro entre f'm: 35 kg/cm² que es artesanal.

En cambio, si la junta es de 1.0 cm de espesor la resistencia cumple con los parámetros e inclusive supera al momento de hacer el ensayo de compresión aparece una fisura ideal la cual parte en forma vertical el espécimen.

c. Título: “Evaluación de los Parámetros de Resistencia de los Ladrillos Fabricados en Cusco”

Autor : Luis Carlos Loayza Fernández Baca.

Universidad : Universidad Andina del Cusco.

Propósito : Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Lugar : Cusco – 2013.



Resumen:

Objetivo principal demostrar la calidad de los ladrillos fabricados en nuestra ciudad, para saber de ese modo si pueden ser empleados adecuadamente en construcciones de albañilería estructural.

Para ello se analizaron los bloques elaborados en la principal zona ladrillera del Cusco realizando pruebas tales como: deformación lateral, cambios en las dimensiones, capacidad de absorber, capacidad de succionar, soporte de fuerzas de compresión, capacidad de resistir fuerzas de tracción para poder evaluar los parámetros de resistencia de dichos ladrillos.

De los ensayos realizados se logró establecer que los ladrillos que son producidos en nuestra localidad son apropiados para su uso en sistemas de albañilería estructural.

La muestra obtenida fue mediante el método no probabilístico teniendo en cuenta las siguientes características de las ladrilleras:

- Ladrilleras situadas en el distrito de San Jerónimo
- Ladrilleras que usan arcilla de la zona para producir las unidades
- Ladrilleras que se encuentran en proceso de innovación en cuanto a la producción, técnicas y tecnología.
- Ladrilleras cuya cercanía y fácil acceso proporcione las condiciones necesarias para la obtención de muestras y de forma tal que se obtengan todos los datos necesarios según la muestra requerida.

El ladrillo de 18 huecos presenta buenas propiedades en cuanto a variabilidad relativa a las dimensiones, curvatura, absorbencia, aspiración, fortaleza a la tracción y solidez al final de su fabricación.

No todos los ladrillos, por más de que sean de 18 huecos, son aptos para ser usados en albañilería estructural, pues como se ha visto el 55% de las fábricas estudiadas no fabrican ladrillos adecuados para este fin.



2.1.2 Antecedentes a nivel internacional.

Título: “Influencia del curado húmedo en la resistencia a la compresión del concreto en clima cálido subhúmedo”

Autor : Solís Carcaño y Moreno Eric

Universidad : Universidad Autónoma de Yucatán

Propósito : Artículo de Investigación

Lugar : México – 2005

Resumen:

Se identificaron las razones físico-químicas que justifican la razón de la insuficiencia del concreto su rendimiento óptimo en cuanto a aspectos mecánicos al momento que experimenta una pérdida acelerada de humedad después de ser colocado. El proceso de curado del concreto constituye una fase esencial en la construcción, destinada a mantener el material en condiciones húmedas, con el fin de favorecer la prolongación de los procesos químicos que ocurren entre el cemento y el agua durante un periodo adecuado para sacar provecho plenamente la capacidad de unión del cemento. Este reporte presenta el estado del arte en el tema del curado húmedo, así como la caracterización del clima de la península de Yucatán y trabajos experimentales realizados previamente y por parte de los autores, para determinar la influencia real del curado húmedo en la resistencia del concreto es este clima.

Conclusiones:

El clima de la Península de Yucatán presenta alta temperatura y velocidad de viento que en ocasiones es considerable, combinación que podría corresponder a un clima cálido-de acuerdo al ACI- para el manejo del concreto; sin embargo, en cuanto a la humedad, el clima es subhúmedo lo que pudiera compensar el efecto de esta combinación.

Los valores máximos diarios de la humedad relativa en la península de Yucatán son suficientemente altos para suponer que se da un curado natural en el concreto; sin embargo, la humedad suele tener un rango de variación durante el día de alrededor de



50% por lo cual el concreto puede quedar sujeto a ciclos de humidificación (en la noche) y secado (al medio día).

Se considera necesario realizar un amplio estudio para determinar la influencia real del curado húmedo en la resistencia del concreto en el clima cálido subhúmedo. Así como también, la influencia del curado húmedo en otras propiedades físicas del concreto en la zona más externa de los elementos, tales como resistencia a la abrasión, dureza superficial, carbonatación, permeabilidad, etc, de las cuales depende, en buena medida, la durabilidad del material y por ende de la estructura.

2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes

2.2.1. Unidades de albañilería

Tipología

La tipología de las unidades de albañilería se realiza universalmente basándose en el área neta, medida en proporción a la superficie bruta de la cara de asiento, y en la característica de los alveolos. La tipología no tiene nada que ver ni con el tamaño de las unidades ni con la materia prima con la que se elaboran. Es decir, para el mismo tipo puede haber ladrillos o bloques. (Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 81).

“Las unidades de albañilería son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima. Puede ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y fabricadas de manera artesanal o industrial”. (Norma E.070, 2006, pág. 13).

El ladrillo de arcilla es el más usado en nuestro país en la construcción de viviendas, por este motivo se utilizaron estas unidades de albañilería en esta investigación. La NTP E.070 de albañilería define como unidad de albañilería sólida a aquellas unidades que tengan como máximo 30% de área vacía del total del área de asiento. Las unidades sólidas son usadas para la construcción de muros portantes, otros tipos de unidades de albañilería (hueca, alveolar y tubular) no se deben usar en la zona sísmica 3 para la construcción de muros portantes.



Debe evitarse el uso de unidades fisuradas o mal cocidas, debido a que representan el punto de debilidad por donde se inicia la falla del muro. Al respecto, se debe tratar de cumplir con todas las especificaciones que aparecen en el acápite 3 de la NTP E-070, esto es:

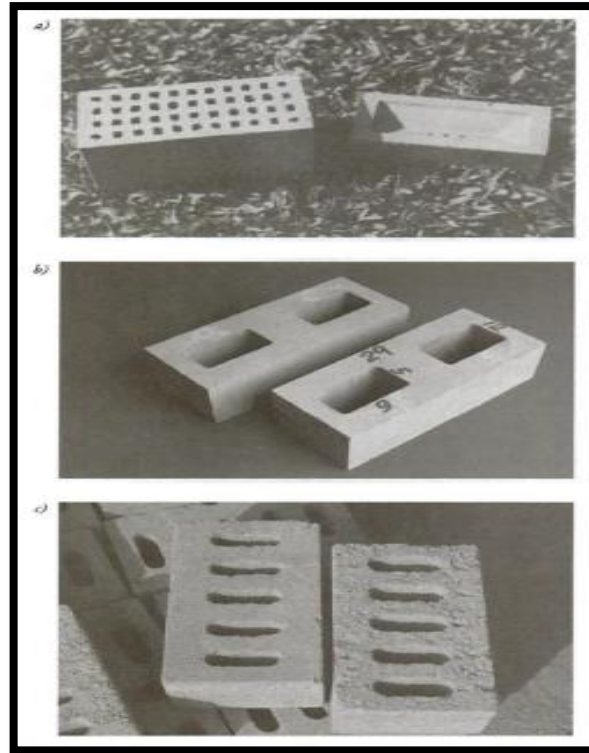
- Al recibir impacto de un martillo, deben producir un sonido de metal.
- No deben contener elementos extraños (piedras pequeñas, conchas, etc.).
- No deben presentar manchas salitrosas ni áreas blanquecinas (eflorescencia).
- Deben estar libres de polvo y partículas sueltas. (San Bartolome, 1994, pág. 22).

✓ **Unidades sólidas o macizas.**

Los orificios o cavidades, que deben ser en ángulo recto con la superficie de apoyo, no pueden ocupar más del 30 % del área de la sección transversal total. En otras palabras, las unidades sólidas no se limitan únicamente a aquellas que carecen de cavidades, sino que también incluyen aquellas que las poseen hasta un límite específico. Al emplear Los rasgos de estas unidades, como la succión, se determinan las dimensiones, la resistencia y la capacidad de carga en relación con el grosor y la longitud de la unidad, sin considerar las cavidades. (Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 83).

Figura 2

Unidades Solidas o Macizas



Nota. Las unidades solidas o macizas no pueden exceder el 30% de la zona de la sección.
Tomada de (Gallegos & Casabonne, 2005)

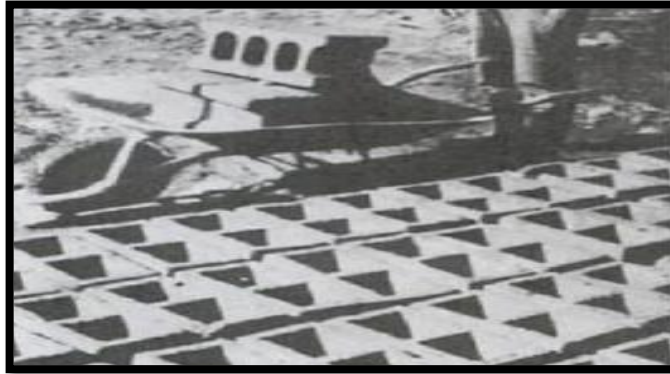
✓ **Unidades huecas**

En las unidades con cavidades, el área ocupada por las mismas supera el 30% del área total, y las cavidades tienen dimensiones que permiten ser llenadas con concreto fluido. En esta situación, atributos totales de la sección se refieren a la sección neta; por lo tanto, es necesario conocer la forma y disposición de las cavidades para determinar la resistencia y la inercia de la sección. (Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 83).



Figura 3

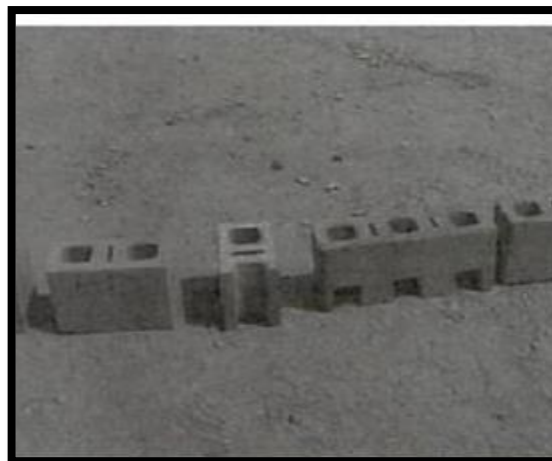
Unidades Huecas



Nota. Se puede detectar en la imagen las unidades huecas, el espacio ocupado por las cavidades supera el 30% del área total, y las dimensiones de dichas cavidades permiten que sean llenadas con concreto líquido. Tomada de (Gallegos & Casabonne, 2005)

Figura 4

Unidades Huecas



Nota. Se puede detectar en la imagen en las unidades con cavidades, la región ocupada por las mismas supera el 30% del área total, y las dimensiones de estas cavidades son lo suficientemente grandes como para ser rellenas con concreto en estado líquido. Tomada de (Gallegos & Casabonne, 2005)

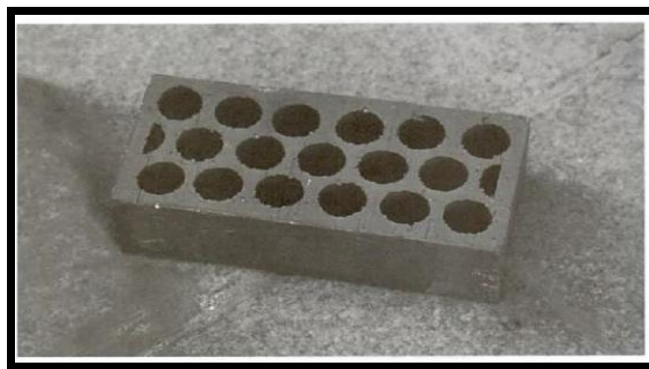


✓ **Unidades perforadas.**

Las unidades con perforaciones, al igual que los elementos vacíos, tienen más del 30% de la zona total llenada por cavidades. No obstante, se distinguen de las unidades huecas debido a que las dimensiones de las cavidades son pequeñas (inferiores a 4 cm x 5 cm) y, por ende, no deben ser llenadas con concreto en estado líquido. (Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 85).

Figura 5

Unidades Perforadas



Nota. En la figura se observa los elementos con perforaciones las cuales cuentan con más del 30% de la extensión bruta ocupada por compartimentos. Tomada de (Gallegos & Casabonne, 2005)

✓ **Unidades tubulares.**

Estas presentan cavidades que no se asemejan a las de piezas compactas, vacías o agujereadas, ya que están dispuestas de manera paralela al lado de respaldo de la unidad en lugar de perpendicular. La dimensión de estas cavidades y la proporcionalidad de su zona relacionada con el total del costado de la unidad pueden variar considerablemente en la fabricación industrial. (Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 86).

Figura 6

Unidades Tubulares



Nota. En la imagen se puede apreciar que en las unidades tubulares, las cavidades se disponen de manera paralela a la cara de apoyo Tomado de (Gallegos & Casabonne, 2005).

Independientemente de la resiliencia ante la compresión que tengan los elementos de múltiples variedades, la variación en el desempeño se encuentra en la vulnerabilidad de la ruptura. Únicamente las estructuras firmes exhiben un desempeño relativamente maleable, sin experimentar colapsos abruptos, a diferencia de las demás que, tanto como unidades independientes o como parte integrante de una estructura de pared, tienden a presentar fallas explosivas frágiles al ser sometidas a compresión. (Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 87).

Tabla 2

Limitaciones de Aplicación Estructural de los Tipos de Unidades de Albañilería

Tipo	Muro en Zona Sísmica		Muro en Zona no Sísmica	
	Portante	No Portante	Portante	No Portante
Sólida	Óptimo	Aplicable, pero muy pesada y costosa	Óptima para cargas elevadas	Aplicable pero muy costosa
Hueca	No aplicable tal cual, óptima si se llenan los alveolos con concreto líquido	Óptima	Aplicable	Óptima
Perforada	No aplicable salvo que el área alveolar sea 30% o menos que el área bruta	Óptima	Aplicable	Óptima
Tubular	No aplicable	Óptima	Aplicable	Óptima

Nota. En el cuadro se observa los límites estructurales que tiene las unidades de albañilería. Tomado de (Gallegos & Casabonne, 2005).



2.2.2 Propiedades de las unidades de albañilería

Las características fundamentales de las piezas de albañilería necesitan ser comprendidas en su contexto con respecto al producto final, que son las paredes de albañilería.

En ese marco, los elementos fundamentales vinculados con la integridad de la estructura son:

- a. Capacidad de soportar fuerzas de compresión.
- b. Capacidad de resistir la tensión, evaluada como capacidad para resistir fuerzas de tracción indirecta o fuerzas de tracción generadas por flexión.
- c. Cambios en las dimensiones en relación con la medida nominal de la unidad, en comparación con la unidad promedio, y especialmente la variabilidad en la altura de la unidad.
- d. Desviaciones, cuantificadas como concavidades o convexidades en las superficies de apoyo.
- e. Capacidad de absorción inicial o velocidad de succión en la superficie de apoyo.
- f. Textura de la superficie de apoyo.

Así mismo las características principales vinculadas con la estabilidad son:

- a. Capacidad de soportar fuerzas de compresión.
- b. Absorción.
- c. Máxima absorción.
- d. Índice de saturación.(Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 109).

Resistencia a la compresión

La capacidad de soportar presión constituye la propiedad inicial de las unidades de albañilería. Estándares elevados de solidez a la compresión indican una superioridad óptima para diversos propósitos de soporte y presentación. En contraste, cifras reducidas sugieren unidades que generarán mampostería con baja resistencia y durabilidad. Desafortunadamente, medir esta propiedad de manera precisa es complicado. Por un lado,



la diversidad de estructura y extensiones de las unidades, especialmente en lo que respecta a sus alturas, dificulta la correlación entre los resultados de los ensayos de compresión y la auténtica fortaleza del material de los componentes. Debido a que la forma y la delgadez influyen en el valor que se mide, así como a las restricciones ocasionadas a través de las cabezas de la prensa, que alteran la condición de tensiones en la unidad.

Variabilidad dimensional

Su determinación implica la resolución de las dimensiones promedio, la cual se llevará a cabo utilizando la representación de un mínimo de 20 unidades, con la precisa medición de todas sus dimensiones milimétrica y se calcula el promedio de los hallazgos, obteniendo los valores P (P1, P2 y P3). Posteriormente, se segregan las mediciones para cada dimensión, dividiéndolas en dos grupos: las que son mayores que P y las que son menores que P. A continuación, se calcula el promedio de cada grupo, obteniendo así P min. (P 1min, P 2min y P 3min) y P máx. (P 1max, P 2max y P 3max). Los hallazgos se expresan del modo siguiente; (Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 122).

Ecuación 1

Variabilidad Dimensional

Dimensiones promedio P1 X P2 X P3

$$+v = \frac{P - P_{max}}{P} \times 100$$

Variación en porcentajes

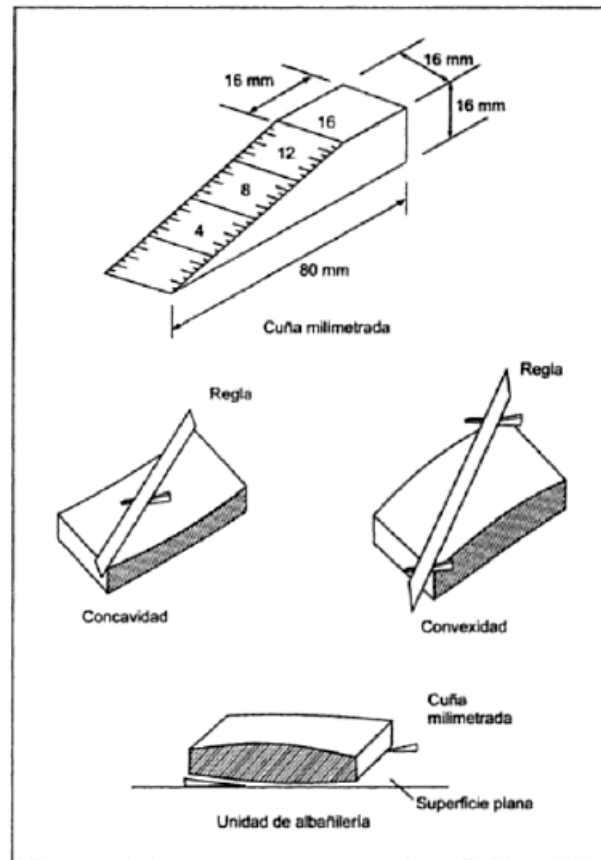
$$-v = \frac{P_{min} - P}{p} \times 100$$

Ensayo de alabeo

“La medición de la concavidad y convexidad se realiza mediante una regla y una cuña graduada, y se representa en milímetros” (Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 122).

Figura 7

Medición de Alabeo (Concavidad y Convexidad) en la Unidad de Albañilería.



Nota. Se puede detectar en la imagen cómo se realiza las mediciones de alabeo de las unidades de albañilería. Tomado de (Gallegos & Casabonne, 2005)

Ensayo de Succión

La prueba de succión utiliza muestras que han sido secadas en un horno en el caso de pruebas de estudio y unidades en su condición natural cuando se trata de analizar la absorción para un proceso de construcción

La ejecución del ensayo se ilustra en la figura N° 8. Después de pesar el espécimen (Ps), se ubica encima de los soportes por un período de 60 segundos. Posteriormente, se quita y se seca la zona externa utilizando un paño y se procede a pesarlo nuevamente (Pm). La medida de succión se obtiene a partir de:



Ecuación 2

Succión

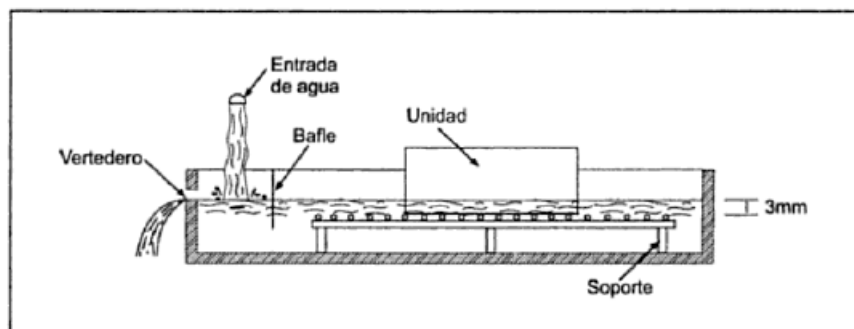
$$\text{Succión} = (P_m - P_s) \times 200/A$$

En la fórmula, P_m y P_s representan los pesos previamente mencionados en gramos, mientras que A denota la superficie de interacción de la unidad con el agua en centímetros cuadrados. La medida de absorción se indica en gramos por 200 centímetros cuadrados por minuto o sencillamente en gramos.

Cuando se pretende realizar esta prueba en el lugar de la obra, es posible evitar la necesidad de proporcionar agua con el fin de asegurar la inmersión continua de 3 mm en la unidad.

Figura 8

Disposición para el Ensayo de Succión



Nota. En la figura se observa cómo se realiza el ensayo de succión. Tomado de (Gallegos & Casabonne, 2005)

Simplemente se requiere agregar la proporción adecuada de agua para lograr la correcta sumersión inicial, medida con precisión en un picnómetro. Luego, tras un minuto de contacto de la unidad con el agua, se procede a vaciar el agua nuevamente en el picnómetro. La variación de volumen en centímetros cúbicos, normalizada a 200 cm², representará la succión. (Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 123).

Para succiones superiores a 40 gramos por 200 centímetros cuadrados por minuto, es esencial en el proceso de construcción que las unidades se humedezcan. Para succiones



inferiores a 20 gramos por 200 centímetros cuadrados por minuto, no se debe realizar la humectación. En el caso de succiones de 20 a 40 gramos por 200 centímetros cuadrados por minuto, se aconseja evitar la humectación. (Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 117).

Absorción

La absorción es la transferencia de agua del medio externo a una unidad de albañilería (ladrillo). Una absorción excesiva (más de 22 %) es un indicador que el ladrillo es poroso y de baja resistencia a la acción de la intemperie. Para poder obtener la durabilidad de las unidades de albañilería se realizaron ensayos de absorción. Si una unidad tiene un alto índice de absorción quiere decir que será más porosa, por lo tanto, será menos resistente al intemperismo.

“La absorción de las unidades de arcilla y silico calcáreas no será mayor que 22%” (Norma E.070, 2006, pág. 15).

2.2.3. Mortero

La construcción tradicional de albañilería utiliza unidades asentadas con mortero. El mortero cumple la función de asumir las inevitables irregularidades de las unidades y sobre todo la de unir las o adherirlas con relativa estabilidad en el proceso constructivo proveyendo rigidez en la hilada para permitir el asentado de la siguiente hilada y para formar en última instancia un conjunto durable impermeable y con alguna resistencia a la tracción. Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.

El mortero sirve como adhesivo para unir las unidades de albañilería, con el objeto de formar muros resistentes, está constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino, a los cuales se añade la máxima cantidad de agua para que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin que se produzca segregación del agregado. “La función principal del mortero en la albañilería es adherir las unidades corrigiendo las irregularidades que la misma tiene, así como sellar las juntas contra la penetración del aire y de la humedad”. (San Bartolome, 1994, pág. 18).



2.2.3.1 Propiedades del mortero en estado fresco

a. Consistencia

Se refiere al estado de fluidez del mortero, es decir que tan dura (seca) o blanda (fluida) es la mezcla cuando se encuentra en estado plástico.

Define la manejabilidad o trabajabilidad del mismo. En algunos manuales se denomina plasticidad, pero ésta es un grado de consistencia como veremos.

La consistencia adecuada se consigue en obra mediante la adición de cierta cantidad de agua que varía en función de la granulometría del mortero, cantidad de finos, empleo de aditivos, absorción de agua de la base se aplica, así como adición de cal, plastificantes o agentes incorporadores de aire. (Construmatica, 2014)

b. Retención de agua

Es una medida del mortero para mantener su plasticidad cuando este queda en contacto con una superficie absorbente, como una unidad de mampostería.

Puede ser mejorada mediante la adición de cal, dada su capacidad plastificante, aunque hoy en día se tienen otras alternativas igualmente satisfactorias como el uso de aditivos plastificantes y agentes incorporadores de aire.

La retención de agua incide en la velocidad de endurecimiento y la resistencia a compresión del mortero, ya que afecta la hidratación del cemento. (Construmatica, 2014)

2.2.3.2. Propiedades de los morteros en estado endurecido

a. Adherencia

La propiedad más importante del mortero es su habilidad para adherirse a las piezas de mampostería o acero. En general, la adherencia es la capacidad que tiene el mortero de absorber tensiones normales y tangenciales a la superficie que lo une con la estructura.

La adherencia se considera tanto en el mortero fresco como en el endurecido, aunque por distintas causas la adherencia, antes de que el mortero endurezca, se incremente



cuanto mayor es la proporción del conglomerante o la cantidad de finos arcillosos. Sin embargo, el exceso de estos componentes puede perjudicar otras propiedades. (Construmatica, 2014)

b. Resistencia a la compresión

Es la medida para observar la capacidad que tiene el mortero de soportar esfuerzos. Como la resistencia a la compresión está influenciada por la hidratación del cemento y esta a su vez determina las propiedades físicas del mortero endurecido, es posible que mediante los resultados de resistencia inferir otras propiedades. (Osorio, 2020)

c. Durabilidad

Es la resistencia a los agentes externos como las bajas temperaturas, la penetración del agua, desgaste por abrasión, retracción al secado, eflorescencia, agentes corrosivos, o choques térmicos (Construmatica, 2014)

d. Permeabilidad

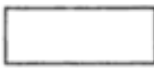

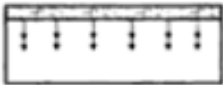
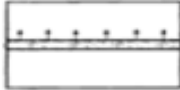


Es la característica de dejar filtrar ya sea aire o agua. Los morteros trabajables y uniformes, pueden hacer que la mampostería sea más resistente a la permeabilidad al agua. Cuando un mortero no es trabajable, los albañiles deben golpear suavemente las piezas de mampostería para colocarlas en su sitio. El resultado de esto es que la junta de mortero no es tan buena, y se pueden producir grietas que favorezcan alguna filtración. (Arriola Donis, 2009)

2.2.3. Adhesión

Diferentes ensayos e investigaciones han demostrado que la adhesión del mortero con la unidad de albañilería es de naturaleza mecánica las fuerzas de atracción química entre un material compuesto de una matriz de cemento hidratado y un material inerte son despreciables, por lo que son las de atracción física, que provienen de las fuerzas intermoleculares de van der Waals, las que producen la adhesión. (Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 131).

Tabla 3

Mecánica de la Adhesión

1. Unidad de albañilería.		Succión
2. Mortero.		Agua conteniendo solubles del cemento.
3. Se coloca el mortero sobre la unidad de abajo.		El agua del mortero es succionada preferentemente por la unidad de albañilería de abajo
4. Se coloca la unidad de arriba.		El mortero está más seco. La unidad de arriba succiona menos agua (y menos solubles del cemento) que la de abajo
5. Fragua el cemento.		Se forman cristales de <i>etringita</i> en los poros de la unidad de albañilería. Mas cristales y más profundos abajo que arriba
6. En el ensayo de tracción directa.		Se rompe la interface mortero – unidad de arriba.

Nota. En la tabla se observa la mecánica de la adhesión entre el mortero y la unidad de albañilería. Tomado de (Gallegos & Casabonne, 2005)

2.2.3.1. Propiedades del mortero

“La finalidad principal del mortero, que actúa como adhesivo, es lograr una unión firme, completa y duradera con la unidad de albañilería; todas sus demás propiedades, incluida la resistencia a la compresión, son secundarias”. (Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 139).

Es necesario hacer una distinción entre las características del mortero cuando está en su estado fresco y cuando ha alcanzado su estado endurecido.



En su estado plástico, la característica fundamental del mortero es su trabajabilidad, lo que significa la capacidad de ser manejado con la llana, de extenderse fácilmente sobre las superficies de las unidades, de adherirse a las superficies verticales de las unidades y de lograr un contacto íntimo y completo con las irregularidades de estas.

Las características del mortero endurecido incluyen su capacidad de adherirse a las unidades de albañilería y su resistencia a la compresión. La adhesión es esencial, mientras que la resistencia a la compresión, aunque es un requisito en muchas normativas, es secundaria. En lo que respecta a la adhesión, es importante distinguir entre el valor individual de la adhesión y la extensión del área de contacto de la adhesión. La adhesión se obtiene multiplicando el valor individual por la extensión. (Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 141).

Tabla 4

Resistencia a Compresión del Mortero

Resistencia a Compresión del Mortero		
Proporción volumétrica	Resistencia promedio (kg/cm)	Coefficiente de variación
1: ½ : 4 (con cal)	144	9.1%
1: 0: 4 (sin cal)	143	5.0%

Nota. En el cuadro se observa la resistencia a compresión del mortero sin cal el cual es de 143 (Kg/cm). Tomado de (Norma E.070, 2006).

A pesar de que el mortero representa una pequeña proporción del área de un módulo de bloques de hormigón (aproximadamente el 7%), su influencia en el comportamiento del mismo es significativa. Éste cumple con varias funciones importantes:

El mortero cumple con varias funciones importantes:

1. Vincula a los bloques entre sí, tal como los eslabones de una cadena, para conformar un conjunto estructural integrado.
2. Sella las juntas verticales y horizontales evitando la penetración de humedad.
3. Permite el acomodamiento de aquellos pequeños movimientos que se pueden presentar internamente en el muro.



4. Recubre a las armaduras de juntas horizontales evitando la formación de fisuras por contracción o expansión.
5. Recubre a aquellos estribos y elementos de anclaje diseñados para vincular diferentes elementos con el muro en cuestión.
6. Es tan importante el rol que cumple en el conjunto, que se podría afirmar que su calidad y comportamiento es tan importante, como la calidad del bloque y la mano de obra empleada para levantar la mampostería.
7. Es por ello que esta calidad deberá ser la adecuada para lograr un muro resistente a las acciones exteriores, tanto sean estas cargas debidas al peso propio, viento y/o sismo, como a las producidas por las inclemencias del tiempo. Y es muy importante destacar que esta exigencia de calidad no incide negativamente en el costo final de la pared, debido principalmente a su volumen reducido. (Corblok, 2016, pág. 1)

2.2.4. Ingredientes del mortero

a. Cemento

Se utiliza básicamente el cemento portland tipo I y excepcionalmente, el cemento portland tipo" (resistente a los sulfatos). Cuando se emplee cemento puzolánico IP, se recomienda preparar una mezcla más rica (bajando 1/2 volumen a la arena) para lograr la misma resistencia que con un cemento tipo 1. El peso volumétrico del cemento es 1500 kg/m³, y se vende en bolsas de 1 pie cúbico con 42.5 kg de peso. (San Bartolome, 1994, pág. 122).

b. Cal

De emplearse cal en el mortero, ésta debe ser hidratada y normalizada; la razón por la cual la cal debe ser normalizada se debe a que pueden existir partículas muy finas, que en vez de funcionar como aglomerante lo hacen como residuos inertes. El peso volumétrico de la cal es del orden de 640 kg/m³. (San Bartolome, 1994, pág. 122).

c. Arena

La arena puede tener origen natural o ser artificial. La arena natural se forma siempre a través de la erosión causada por ríos en las rocas, y puede hallarse en depósitos junto a ríos, lagos, mares o generados por la acción del viento. La forma de los granos de arena,



ya sea angular o redondeada, depende del tipo de depósito. En cambio, la arena artificial, ya sea producida intencionalmente o como subproducto, tiende a tener una forma angular por naturaleza. En general, se acepta que la arena artificial pueda contener una cantidad mayor de partículas finas en comparación con los límites granulométricos establecidos en la tabla N° 5. (Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 152).

Tabla 5

Granulometría de la Arena para Mortero

Tamiz ASTM	% que pasa
N.º4	100
N.º8	95 - 100
N.º16	70 - 100
N.º30	40 - 75
N.º50	10 - 35
N.º100	2 - 15
N.º200	-----

Nota. En la tabla se observa la granulometría de la arena para mortero. Tomado de (San Bartolome, Construcciones de Albañilería, 1994).

d. Agua

“El agua en general debe ser limpia y estar libre de sustancias deletéreas tales como aceites, ácidos, álcalis o cualquier otra que resulte dañina. El uso de agua para uso doméstico es siempre satisfactorio”. (San Bartolome, 1994, pág. 124).

2.2.5. Curado

EL curado por vía húmeda del mortero, la aplicación de humedad a la unidad de albañilería durante el proceso de humedecimiento tiene consecuencias perjudiciales, ya que resultará en la expansión y posterior contracción de las unidades y será origen de fisuración. Cuando el curado se realiza con membranas que eviten la pérdida de humedad, las investigaciones llevadas a cabo por Amjad concluyen en lo siguiente:



- Mortero curado con membranas en base a solventes, aplicadas luego de tres horas mostro mayor resistencia a la compresión y la más baja porosidad.
- El mortero curado con membranas solubles en agua aplicadas inmediatamente luego que la humedad superficial haya desaparecido, dio el mayor resultado en resistencia y baja porosidad entre este tipo de membrana curadora aplicada en tiempos diferentes.
- El uso de membranas curadoras redujo fuertemente la permeabilidad al oxígeno.

Estudios realizados por San Bartolomé indicaron que la adhesión entre el mortero y la unidad de albañilería, expresada a través de la resistencia a la tracción por flexión, experimenta una mejora significativa al momento que el mortero es sometido a un proceso de curado con agua en comparación con aquellos ejemplares que no son curados. (Gallegos & Casabonne, 2005, pág. 165).

El proceso de curado, conforme al ACI 308R, es el procedimiento mediante en el que el concreto, realizado con cemento hidráulico, experimenta un proceso de maduración y endurecimiento con el paso del tiempo, derivado del proceso constante de endurecimiento del cemento por hidratación en presencia adecuada de agua y calor. (Yura, 2019)

2.2.5.1 Razones para curar

En sentido práctico curar el concreto es garantizar las condiciones óptimas de humedad y temperatura necesarias para que el concreto desarrolle su resistencia potencial (compresión y flexión), se reduzca la porosidad de la pasta, en especial en el recubrimiento de concreto sobre las armaduras, haciendo que el ingreso de humedad y agresivos hacia el interior del elemento de concreto endurecido se vea disminuido, garantizando así, que la estructura cumpla con la vida útil de diseño requerida. (Yura, 2019)

2.2.5.2 Tipos de curado

Desde la unión de los componentes mediante el proceso de mezclado hasta que adquiere sus propiedades finales, el concreto atraviesa varias fases o etapas claramente definidas. Estas fases permiten distinguir los requisitos de curado específicos para cada una de



ellas. Por lo tanto, puede ser esencial tomar precauciones para evitar la evaporación temprana del agua de la mezcla ocurre desde el transporte inicial al sitio de colocación, a lo largo de esta, y se deben mantener estas acciones durante el fraguado y el fortalecimiento progresivo. Esto aplica para cada fase, es posible que se requieran enfoques de curado diferentes.

Vale la pena citar aquí los diferentes métodos de curado existentes: Básicamente existen dos métodos de tratamiento que posibilitan la retención de un nivel específico de humedad en el concreto.

- Suministro constante o repetido de agua.
- Utilización de materiales selladores o de compuestos líquidos para el curado con el fin de prevenir la evaporación. (Yura, 2019)

a. Curado con agua:

Dentro del sistema se consideran diversas metodologías:

Por inmersión:

Es el enfoque que brinda los hallazgos más óptimos, aunque enfrenta desafíos prácticos, ya que implica la completa inundación o sumersión del elemento de concreto.

Mediante el empleo de rociadores aspersores:

Con este método se logran resultados satisfactorios y su ejecución es sencilla. No obstante, el inconveniente radica en que la alternancia o la ejecución esporádica pueden resultar en un curado insuficiente. El agua utilizada para el curado del concreto debe carecer de contaminantes y sustancias perjudiciales.

Empleo de tejidos de fique o de otros materiales absorbentes:

Los textiles conservan la humedad en superficies tanto verticales como horizontales, pero requieren ser mojados de forma periódica. Existe el peligro de que, si no se conserva el grado de humedad, el proceso de curado será inadecuado. Asimismo, plantean la dificultad de absorber con el tiempo la humedad beneficiosa del concreto. Es necesario superponerlos apropiadamente con holgura, y sobre sus extremos, se debe



colocar arena, bolsas con tierra u otro material pesado para evitar que el viento los desplace y exponga secciones del elemento de concreto.

Curado con arena, tierra o aserrín:

Se ha utilizado con cierto grado de logro el método de curado que implica cubrir el concreto con alguno de los elementos mencionados; los dos primeros son particularmente efectivos en condiciones de viento fuerte. No obstante, al igual que los tejidos de fique, presentan el problema potencial de manchar o dañar el concreto, especialmente cuando se utiliza aserrín originario de maderas que contienen niveles elevados de ácido tánico. (Yura, 2019)

b. Curadores químicos

Dentro de los componentes usuales en la producción de compuestos de curado se encuentran materiales como ceras, resinas, caucho clorado y solventes altamente volátiles.

Estos componentes tienen que ser formulados de modo que creen un sellado poco después de su aplicación, y es esencial que no reaccionen con la pasta de cemento.

Usualmente, se agrega un pigmento (ya sea blanco, gris o rojo) a estos compuestos de curado con el objetivo de inducir la reflexión de los rayos solares. Además, el pigmento permite que el compuesto sea visible para el operario, facilitando así el control del cubrimiento.

Los compuestos que generan membranas suelen aplicarse mediante fumigadora manual o rociadores mecánicos. Se aconseja realizar la aplicación en dos capas, siendo la segunda aplicada en una dirección perpendicular a la primera, con el fin de asegurar la uniformidad del sellado.

El mejor momento para aplicar los compuestos líquidos es cuando se ha notado la desaparición del agua de la superficie del concreto sin demorar excesivamente, evitando la absorción del compuesto por los poros superficiales del concreto.

Las sustancias que generan membrana ofrecen beneficios significativos en comparación con otros sistemas, y estos pueden ser aprovechados por el constructor:



- No necesitan ser mantenidos húmedos para prevenir la absorción de agua de la mezcla.
- Su manipulación es muy sencilla, a diferencia de las telas, arena, paja y pasto.
- Pueden aplicarse antes del inicio del curado húmedo y se complementan. (Yura, 2019).

2.2.6. Tipos de albañilería

2.2.6.1. Albañilería armada.

Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de Albañilería Armada también se les denomina Muros Armados. (Norma E.070, 2006, pág. 8).

2.2.6.2. Albañilería confinada.

“Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel”. (Norma E.070, 2006, pág. 8).

2.2.6.3. Albañilería no reforzada.

“Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta Norma”. (Norma E.070, 2006, pág. 8).

2.2.7. Construcción de prismas de albañilería

Se construirá los prismas con unidades representativas de aquellas en la construcción. Si las unidades tienen pestañas, estrías o nervaduras que se proyecten 12 mm o más de la superficie de la unidad, se removerán esas salientes mediante corte con sierra.

Se construirá una muestra para cada combinación de materiales y cada edad de ensayos a la cual se requiere determinar la resistencia en compresión de la albañilería.



Se construirá los prismas como se indica, con las unidades asentadas en forma de pilas una sobre la otra. Se colocarán las unidades en el prisma en la misma posición usadas en la correspondiente construcción. (Norma Técnica Peruana 399.605, 2003, pág. 3)

“Los prismas deberán construirse reflejando, tanto como sea posible, las condiciones, materiales y mano de obra que se tendrán efectivamente en la construcción”. (Norma Técnica Peruana 399.605, 2003, pág. 4).

“No se alterarán o moverán los prismas durante las primeras 48 horas después de la fabricación y la colocación del relleno con concreto líquido. Se agitará que los prismas se congelen”. (Norma Técnica Peruana 399.605, 2003, pág. 6).

2.2.7.1. Transporte de prismas de albañilería

“Antes de transportar los prismas, se amarrará o zunchará cada prisma para prevenir daño durante el manipuleo y el transporte. Los prismas construidos en la obra deberán protegerse y transportarse de manera tal que se eviten los golpes y caídas”. (Norma Técnica Peruana 399.605, 2003, pág. 6)

2.2.7.2. Edad de ensayo.

“Se ensayarán los prismas a la edad de 28 días o a la edad solicitada para el ensayo. La edad del prisma se determinará a partir del momento del asentado de las unidades para los prismas”. (Norma Técnica Peruana 399.605, 2003, pág. 7).

2.2.8. Refrentado del prisma

“Se suavizarán las irregularidades de las superficies del prisma que recibirá la carga, se efectuará el refrentado como mínimo 2 horas antes de ensayar los especímenes”. (Norma Técnica Peruana 399.605, 2003, pág. 8)

2.2.9. Aditivos

Son sustancias, ya sean de origen orgánico o inorgánico, que se incorporan a la mezcla durante o después de la formación de la pasta de cemento, y que afectan de manera específica algunas propiedades del proceso de hidratación, del endurecimiento, e incluso de la estructura interna del concreto. (Sencico, 2011)



2.2.9.1. Curadores químicos

Aunque no se ajustan al definirse de manera convencional de aditivos, ya que no experimentan reacciones químicas con el cemento, estos elementos se incorporan en la superficie del concreto recién vertido con el propósito de prevenir la pérdida de agua y garantizar la humedad requerida para el proceso de hidratación.

La acción principal reside en la formación de una membrana impermeable sobre la superficie del concreto, la cual contrarresta la pérdida de agua por evaporación.

Hemos considerado apropiado incorporarlos en este capítulo debido a la importancia de comprender sus propiedades, ya que son ampliamente utilizados en nuestra región, donde algunos fabricantes locales producen versiones de alta calidad. (Sencico, 2011)

En esencia, hay dos categorías fundamentales de agentes curadores químicos:

- a. **Emulsiones de cera**, estos, al evaporarse el solvente a base de agua, dejan una capa protectora en la superficie. Por lo general, están coloreados de blanco para reflejar la radiación solar y disminuir la concentración local de temperatura. En algunos casos, el pigmento tiene un color diferente únicamente con el fin de supervisar el avance de la aplicación. Transcurrido cierto número de días, el pigmento suele desaparecer.

En climas extremadamente cálidos, estos curadores presentan la peculiaridad de que la película de cera se mantiene en estado semisólido debido a las altas temperaturas de la superficie del concreto y la exposición al sol. La eficacia de estos productos depende de la calidad específica, ya que en algunos casos esto puede resultar en una permeabilidad que permite la salida del agua, mientras que en otros casos puede considerarse una ventaja, ya que la cera adquiere una menor viscosidad y se infiltra en los poros capilares de la superficie, cerrándolos herméticamente.

Otra particularidad es que normalmente son difíciles de limpiar, por ejemplo, en la zona de las juntas de contracción o expansión, donde se necesita tener una superficie limpia para la colocación de sellos elásticos, siendo necesario algunas veces recurrir al arenado para eliminar la capa de curador. (Sencico, 2011)



- b. Soluciones de resinas sintéticas en solventes volátiles**, que generan un efecto similar al de una capa de laca o pintura en la superficie de concreto para sellarlo.

Contrariamente a los tipos previos, a temperaturas más elevadas, el solvente se evapora de manera más rápida, y la capa de protección adquiere una mayor rigidez. La eficacia de este proceso está vinculada a la concentración de sólidos en la disolución.

Estos curadores se producen tanto con pigmento como sin él y, por lo general, se pueden limpiar mediante el uso de una escobilla metálica o con gasolina.

En cualquiera de los casos, es necesario hacer pruebas de la eficiencia del curador de acuerdo a como lo recomienda el ACI 318 (Ref. 6.9) obteniéndose probetas cilíndricas de concreto, aplicándoles el curador de igual manera como se hace con las estructuras y dejándolas al pie de obra para que estén sometidas a las mismas condiciones ambientales. Paralelamente se curan bajo condiciones controladas en laboratorio, otra serie de cilindros del mismo concreto, ensayándose ambas series a los 28 días. Se considera que el sistema de curado es efectivo si la resistencia de las curadas en obra es mayor o igual al 85% del $f'c$ de las curadas en condiciones controladas, no siendo necesario el cumplimiento de esta condición si la resistencia de las curadas en obra supera en 35 kg/cm² al $f'c$ especificado.

La aplicación de estos productos con un pulverizador, brocha o rodillo, según el caso, debe llevarse a cabo tan pronto como sea posible después del desmolde, humedeciendo anteriormente, el concreto para la reparación de las pérdidas de agua que hayan sucedido previamente al proceso de curado. Cuando se aplica sobre superficies frescas expuestas, debe realizarse tan pronto como el agua superficial haya desaparecido o esté a punto de hacerlo. (Sencico, 2011).

En nuestra investigación se utilizó el aditivo Sika Cem Curador el cual según su clasificación está dentro de las Soluciones de resinas sintéticas en solventes volátiles son un tipo de compuesto de curado que, al ser aplicado mediante pulverización sobre el concreto recién colocado, se adhiere a su superficie, creando una capa impermeable



al agua y al aire. Esto previene la evaporación temprana del agua de la combinación y el desecado anticipado del concreto debido a la exposición al sol y/o al viento.

2.2.10. Componentes de la albañilería

2.2.10.1. Características generales

- Se clasifica como ladrillo a la unidad cuyas dimensiones y peso permiten su manipulación con una sola mano, mientras que el término "bloque" se refiere a toda pieza que, debido a sus dimensiones y peso, requiere ser manipulada con ambas manos.
- Las unidades de albañilería contempladas en esta Norma Técnica Peruana (NTP) son ladrillos y bloques cuya fabricación involucra el uso de arcilla, sílice-cal o concreto como materia prima.
- Estos dispositivos tienen la capacidad de presentarse en formas compactas, vacías, celulares o cilíndricas, y pueden ser producidas tanto de forma artesanal como industrial.
- En el caso de las unidades de albañilería de concreto, se deben utilizar después de alcanzar su resistencia especificada y estabilización volumétrica. En situaciones donde las unidades son curadas con agua, el período mínimo para su utilización es de 28 días. (Norma E.070, 2006, pág. 13).



2.2.10.2. Clasificación para fines estructurales

Tabla 6

Clasificación para Fines Estructurales

Clase de Unidad de Albañilería para Fines Estructurales					
Clase	Variaciones de la Dimensión (máximo en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia Característica a Compresión Fb Mínimo en MPa (kg/cm ²) Sobre Area Bruta
	Hast a 100 mm	Hast a 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9(50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9(70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3((95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7(130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6(180)
Bloque P (1)	± 4	± 3	± 2	4	4,9(50)
Bloque NP (2)	± 7	± 6	± 4	8	2,0(20)

Nota. En la tabla se observa:

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

Tomado de (Norma E.070, 2006)



2.2.10.3. Limitaciones en su aplicación

Tabla 7

Limitaciones en el uso de la Unidad de Albañilería.

Limitaciones en el uso de la Unidad de Albañilería para Fines Estructurales			
Tipo	Zona Sísmica 2 y 3		Zona Sísmica 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a mas	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Solido Artesanal	No	Si, hasta dos pisos	Si
Solido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si Celdas totalmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Si, hasta 2 pisos

Nota. En la tabla se observa las restricciones mencionadas que establecen requisitos mínimos que pueden ser flexibilizados mediante la presentación de un informe y una justificación de cálculos sustentadas por un ingenio civil. Tomado de: (Norma E.070, 2006).

2.2.10.4. Pruebas

a. Muestreo.

La recolección de muestras se llevará a cabo en el lugar de trabajo. Para cada lote que conste de hasta 50 mil piezas, será escogido aleatoriamente una muestra de 10 unidades, en las cuales se realizarán evaluaciones para medir la variación de dimensiones y el alabeo. De estas unidades, cinco se someterán a pruebas de resistencia a la compresión, mientras que las otras cinco se evaluarán en términos de absorción. (Norma E.070, 2006, pág. 14)



b. Resistencia a la Compresión

Para evaluar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se llevarán a cabo los ensayos de laboratorio pertinentes, siguiendo las pautas establecidas en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

La resistencia típica a compresión axial de la unidad de albañilería (f'_b) se calculará restando una desviación estándar al promedio de la muestra. (Norma E.070, 2006, pág. 14).

c. Variación Dimensional.

“Para la evaluación de los cambios dimensionales de las unidades de albañilería, se aplicará el procedimiento señalado en las Normas NTP 399.613 y 399.604”. (Norma E.070, 2006, pág. 14)

d. Alabeo

“Para evaluar la curvatura de las piezas de albañilería, se aplicará el método descrito en la normativa NTP 399.613”. (Norma E.070, 2006, pág. 15).

e. Absorción

“Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las normas NTP 399.604 Y 399.613”. (Norma E.070, 2006, pág. 15).

2.2.10.5. Aceptación de la unidad

a) En situación de que los resultados de la muestra muestren una variabilidad que excede el 20% para unidades fabricadas de manera industrial, o el 40% para unidades fabricadas de manera artesanal (medido mediante el coeficiente de variación), se realizará una nueva prueba utilizando una muestra diferente. En caso de que la variabilidad persista, se descartará el lote.

b) La asimilación de las unidades de arcilla y silicio piedras calizas no debe exceder el 22%. Para el bloque de concreto clase P, la absorción debe ser inferior al 12%, mientras que para el bloque de concreto NP, no debe superar el 15%.



- c) El grosor mínimo de los lados relacionadas con la dimensión de apoyo será de 25 mm para el Bloque Clase P y de 12 mm para el Bloque Clase NP.
- d) El elemento de construcción no contendrá materiales extraños en sus exteriores ni en su interior, tales como piedrecillas, conchuelas o protuberancias de composición calcárea.
- e) La pieza de arcilla debe pasar por un proceso de cocción completo, exhibir un tono uniforme y no mostrar signos de vitrificación. Al golpearla con un martillo u objeto similar, deberá producir un sonido metálico.
- f) La unidad de construcción no exhibirá grietas, fisuras, hendiduras ni otras imperfecciones que puedan comprometer su durabilidad o resistencia.
- g) La pieza de albañilería no mostrará marcas o líneas blancas derivadas de salitre u otras causas. (Norma E.070, 2006, pág. 15)

2.2.10.6. Preparación y fluidez.

Los componentes del grout, según se detallan en la Tabla N° 8, se mezclarán de manera mecánica con agua potable hasta alcanzar una consistencia similar a la de un líquido uniforme. Durante este proceso, se evitará la segregación de los agregados, y se controlará el revenimiento para que se sitúe entre 225 mm y 275 mm, medido con el Cono de Abrans.



Tabla 8

Composición Volumétrica del Concreto Líquido

Composición Volumétrica del Concreto Líquido o Grout				
Concreto líquido	Cemento	Cal	Arena	Confitillo
Fino	1	0 a 1/10'	2 1/4 a 3 veces la suma de los volúmenes de los aglomerantes	
Grueso	1	1 a 1/10'	2 1/4 a 3 veces la suma de los aglomerantes	1 a 2 veces la suma de los aglomerantes

Nota. En la tabla se observa composición volumétrica del concreto líquido.

Tomado de (Norma E.070, 2006).

2.2.10.7. Resistencia.

El concreto líquido tendrá una resistencia mínima a compresión $f'c = 13,72$ MPa (140 kg / cm²). La resistencia a compresión $f'c$ será obtenida promediando los resultados de 5 probetas, ensayadas a una velocidad de carga de 5 toneladas/minutos, menos 1,3 veces la desviación estándar. Las probetas tendrán una esbeltez igual a 2 y serán fabricadas en la obra empleando como moldes a las unidades de albañilería a utilizar en la construcción, recubiertas con papel filtro. Estas probetas no serán curadas y serán mantenidas en sus moldes hasta cumplir 28 días de edad. (Norma E.070, 2006, pág. 18).

2.2.11. Procedimiento de construcción

El personal involucrado en las construcciones de albañilería debe poseer habilidades y cualificaciones adecuadas, y se requiere supervisar el cumplimiento de los siguientes requisitos fundamentales:

- Las murallas se edificarán de manera vertical y alineada, evitando cualquier daño a la solidez de la pared colocado recientemente.



- En la construcción que implica el uso de unidades asentadas con mortero, se asegurará que todas las juntas horizontales y verticales estén completamente llenas de mortero. El ancho de las juntas de mortero deberá ser de al menos 10 mm y no excederá los 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, optando por la mayor de las dos medidas. En las juntas que contengan refuerzo horizontal, el espesor mínimo será de 6 mm más el diámetro de la barra.
- Se preservará la consistencia del mortero reemplazando el agua evaporada en una única ocasión. El período de reposición no excederá el tiempo de fraguado inicial del cemento.
- En la colocación inicial de la primera fila, la superficie de concreto utilizada como base (ya sea losa o cimiento según corresponda) se preparará previamente para lograr una textura áspera; posteriormente, se eliminará cualquier rastro de polvo u otros materiales sueltos se volverá húmedo previo a colocar la primera hilada.
- No se construirá más de 1,30 m de altura de muro en un día de trabajo.
- Si se emplean bloques completamente sólidos y huecos, el primer día laboral concluirá sin rellenar la unión vertical de la fila final; este relleno se llevará a cabo al comenzar el segundo turno. En situaciones de construcción con elementos apilables, se permitirá elevar el muro hasta su medida vertical completa, y durante el mismo día se colocará el concreto líquido.
- Las uniones de edificación entre los días de trabajo se mantendrán libres de partículas dispersas y se humedecerán de manera previa.
- Se empleará un patrón de construcción de tipo sogá, cabeza o amarre americano, con las unidades colocadas una encima de otra en las filas consecutivas.

2.2.11.1. Resistencia de Prismas de Albañilería

La evaluación de la resistencia a la compresión axial (f'_m) y al corte (V'_m) de la albañilería se llevará a cabo de forma experimental, utilizando documentos o archivos históricos que contengan información sobre la resistencia de las unidades. Alternativamente, se realizarán ensayos de prismas, seleccionando el método en función de la importancia de la edificación y la clasificación sísmica de la zona en la que se ubica.



Tabla 9

Métodos para Determinar Resistencia de Prismas

Método para Determinar $F'm$ y $V'm$									
Resistencia característica	Edificios de 1 a 2 Pisos			Edificios de 3 a 5 Pisos			Edificios de más de 5 Pisos		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
($F'm$)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
($V'm$)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

Nota. En la tabla se observa los métodos para determinar la resistencia de prismas de acuerdo a la zona sísmica. Tomado de (Norma E.070, 2006)

- Adquirida de forma empírica al tener conocimiento de la calidad tanto del ladrillo como del mortero.
- Establecidas a través de ensayos de laboratorio, específicamente mediante pruebas de compresión axial en pilas y compresión diagonal en muretes, de acuerdo con lo indicado en (Norma E.070, 2006).

Cuando se erijan complejos de edificios, la resistencia de la albañilería, tanto en compresión ($f'm$) como en corte ($V'm$), deberá ser verificada mediante ensayos de laboratorio antes del inicio de la obra y de manera continua durante la construcción. Los ensayos preconstructivos se llevarán a cabo en cinco especímenes, y durante la fase de construcción, la resistencia se evaluará a través de ensayos siguiendo los criterios siguientes:

- En la construcción de edificaciones de dos niveles máximo en áreas propensas a sismos 3 y 2, la verificación de $f'm$ se realizará mediante pruebas en tres columnas por cada 500 metros cuadrados de superficie cubierta, mientras que para $V'm$ se emplearán tres muretes por cada 1000 m² de área techada.
- Para edificaciones de 3 o más niveles máximos en áreas propensas a sismos 3 y 2, la confirmación de $f'm$ se llevará a cabo con pruebas en tres columnas por cada 500 metros



cuadrados de área cubierta, y para la resistencia a cortante ($V'm$), se emplearán tres muros por cada 500 metros cuadrados de superficie techada.

- Los elementos prismáticos estarán fabricados in situ, manteniendo el mismo nivel de humedad, la misma consistencia de mortero, el mismo espesor de juntas y la misma calidad de mano de obra que se empleará en la fase constructiva definitiva.
- En situación de albañilería con unidades alveolares destinadas a ser llenadas concreto líquido, se colmarán los alvéolos de las unidades en los prismas y muretes con dicho material. En situaciones de albañilería con unidades alveolares sin relleno, los alvéolos en prismas y muretes permanecerán vacíos.
- Los elementos prismáticos contarán con un revestimiento de cemento-yeso con un espesor suficiente para enmendar las irregularidades superficiales de la albañilería.
- Los elementos prismáticos se almacenarán a una temperatura no inferior a 10°C durante 28 días. Si se ensayan antes de la edad nominal de 28 días, pero no antes de los 14 días, la resistencia inherente se calculará aumentándola mediante los factores indicados en la Tabla 9.

Tabla 10

Incremento de $f'm$ y $v'm$ por Edad

Incremento de $f'm$ y $V'm$ por edad			
Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y bloques de concreto	1,10	1,00

Nota. En el cuadro se observa el aumento que se le debe añadir luego de romper las pilas de albañilería a los 14 y 21 días. Tomado de la (Norma E.070, 2006).

Si no se llevan a cabo los bloques prismáticos, se pueden utilizar los valores indicados en la Tabla 9, los cuales corresponden a pilas y muretes edificados con mortero 1:4 (en el caso de unidades de arcilla) y $1:\frac{1}{2}:4$ (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto). Para otras composiciones de mortero, será imprescindible llevar a cabo las pruebas correspondientes.



Tabla 11

Resistencias Características de la Albañilería

Resistencias Características de la Albañilería Mpa (Kg/cm ²)				
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)

(*) Empleados en la edificación de Muros Reforzados

(**) La magnitud $f'b$ se presenta en relación con el área bruta en unidades no rellenas (sin grout), en tanto que los compartimentos de las columnas y muros se encuentran completamente llenas con grout de $f'c = 13,72$ MPa (140 Kg/cm²). El valor $f'm$ ha sido calculado teniendo en cuenta los factores de ajuste por esbeltez del elemento prismático que se detallan en la Tabla 10. Toma de (Norma E.070, 2006)



2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

“La resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería varía significativamente entre el curado tradicional y el curado con aditivo en la ciudad de Cusco”.

2.3.2. Sub hipótesis

Sub hipótesis específica N° 1.

La resistencia a la compresión axial cumple los parámetros de la NTP E-070, con el curado tradicional de las pilas de albañilería.

Sub hipótesis específica N° 2.

La resistencia a la compresión axial cumple los parámetros de la NTP E-070 con el curado con aditivo de pilas de albañilería.

Sub hipótesis específica N° 3.

La resistencia a la compresión axial cumple los parámetros de la NTP E-070 en las pilas de albañilería sin curado.

2.4. Variables

2.4.1. Variables independientes

✓ **Curado**

Proceso que consiste en mantener húmedo al mortero varios días después de su colocación (7 días mínimo) con el fin de permitir la adecuada reacción química entre el cemento y el agua (AFAM, 2011)

2.4.2.-Variables dependientes

✓ **La resistencia a compresión axial de pilas.**

Esfuerzo máximo que soporta una pila de albañilería bajo una carga axial se expresa en (Kg/cm²).



2.5. Cuadro de Operacionalización de Variables:

Tabla 12

Cuadro de Operacionalización de Variables

Operacionalización de variables				
Variable	Denominación de la variable	Nivel	Indicador	Instrumentos
Variable Independiente				
Curado	Proceso que consiste en mantener húmedo al mortero varios días después de su colocación.	Ensayo de laboratorio.	Tipo de curado de pilas.	Guías de observación de laboratorio.
Variable dependiente				
La resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería.	Esfuerzo máximo que soporta una pila de albañilería bajo una carga axial.	Ensayo de laboratorio.	(Kg/cm ²)	Máquina de compresión.

Nota. En la tabla se observa el cuadro de operacionalización de variables como son la variable independiente (curado), variable dependiente (la resistencia a la compresión axial). Fuente propia.



CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1 Metodología de la Investigación

3.1.1. Enfoque de la investigación

“El enfoque es cuantitativo por usar una metodología que mide los datos numéricamente en un ámbito científico”. (Hernandez & Baptista, 2003)

Aplicativo por tener productos finales ya que los datos obtenidos son reales y son aplicados en la ingeniería civil.

3.1.2. Nivel o alcance de la investigación

La presente investigación tiene como propósito determinar la resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería las cuales tiene dos tipos de curado uno con aditivo y otro con agua potable, una vez obtenidos dichos valores serán comparados con la resistencia a la compresión axial establecidos por la NTP E-070.

Se alcanza el nivel descriptivo ya que se cuantifica y evalúa minuciosamente las variables involucradas en el estudio, tal como curado y resistencia a compresión axial, para en base a esa medición inferir respuestas a la problemática encontrada respecto a las pilas de albañilería con curado tradicional y aditivo. (Hernandez Sampieri, 1997)

Muy frecuentemente el propósito del investigador es describir situaciones y eventos. Esto es, decir cómo se manifiesta determinado fenómeno. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis (Dankhe, 1986). Miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar. Desde el punto de vista científico, describir es medir. Esto es, en un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así y valga la redundancia describir lo que se investiga.



3.1.3. Método de investigación

Utilizamos el método hipotético deductivo, pues planteamos una hipótesis general y tres sub hipótesis relacionadas con la resistencia a compresión axial controlando el curado de las pilas de albañilería, para luego llegar a demostrarlas y es deductivo porque parte de leyes, axiomas y postulados generales que llegan a resultados específicos de las variables planteadas en las hipótesis por medio de la metodología científica. (Hernandez & Baptista, 2003)

3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño metodológico

Es un diseño no experimental porque no se tiene un control sobre las variables porque ocurrieron los hechos y son intrínsecamente manipulables, se estudiará la resistencia a la compresión de las pilas que son curadas con un curado tradicional y un curado con aditivo.

Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. (Hernandez, & Baptista, 2010, pág. 149)

3.2.2. Diseño de ingeniería

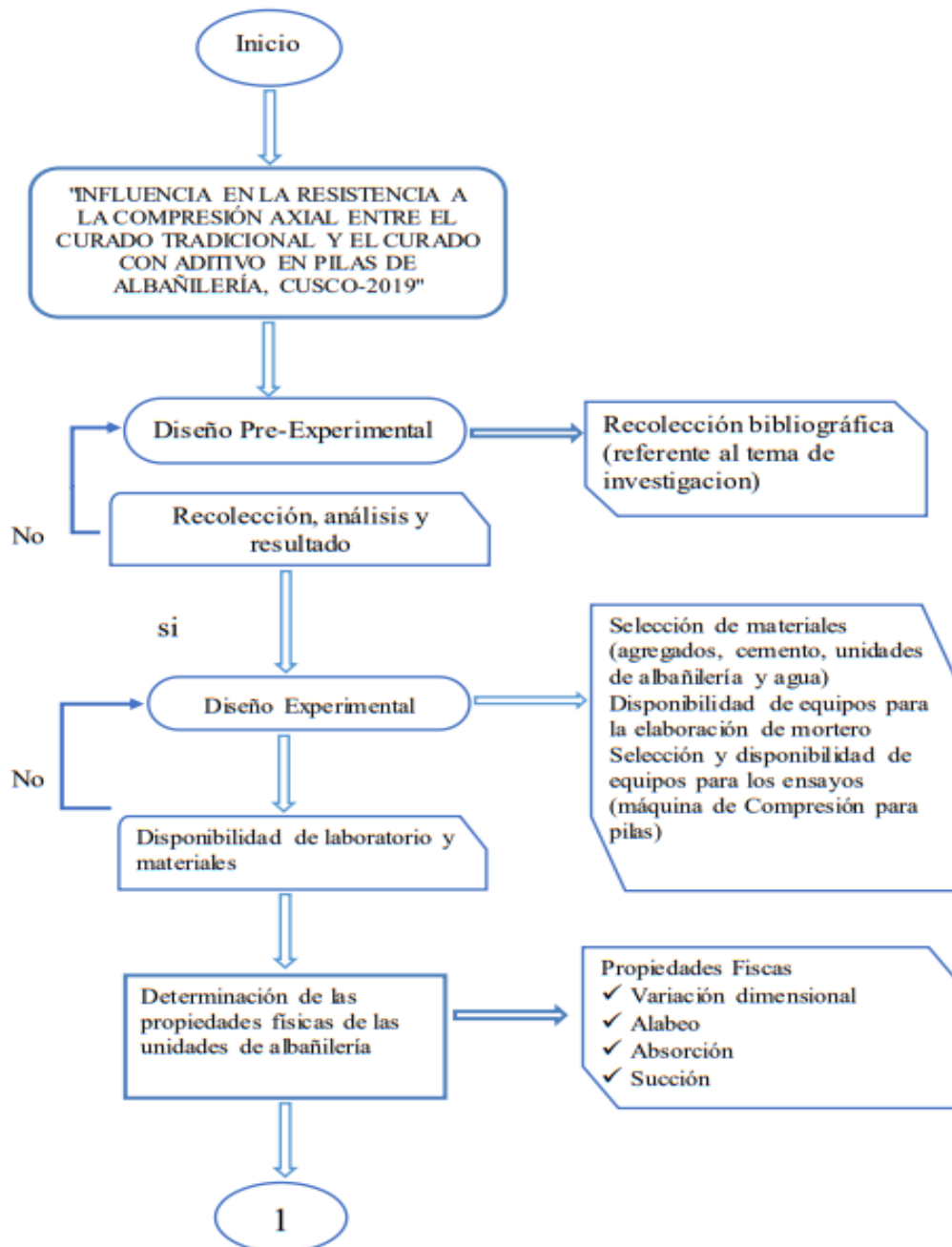
Para el desarrollo de la investigación se plantearon etapas

- Diseño pre-experimental
- Diseño experimental
- Experimental
- Análisis de resultados



Figura 9

Etapas del Diseño de Ingeniería



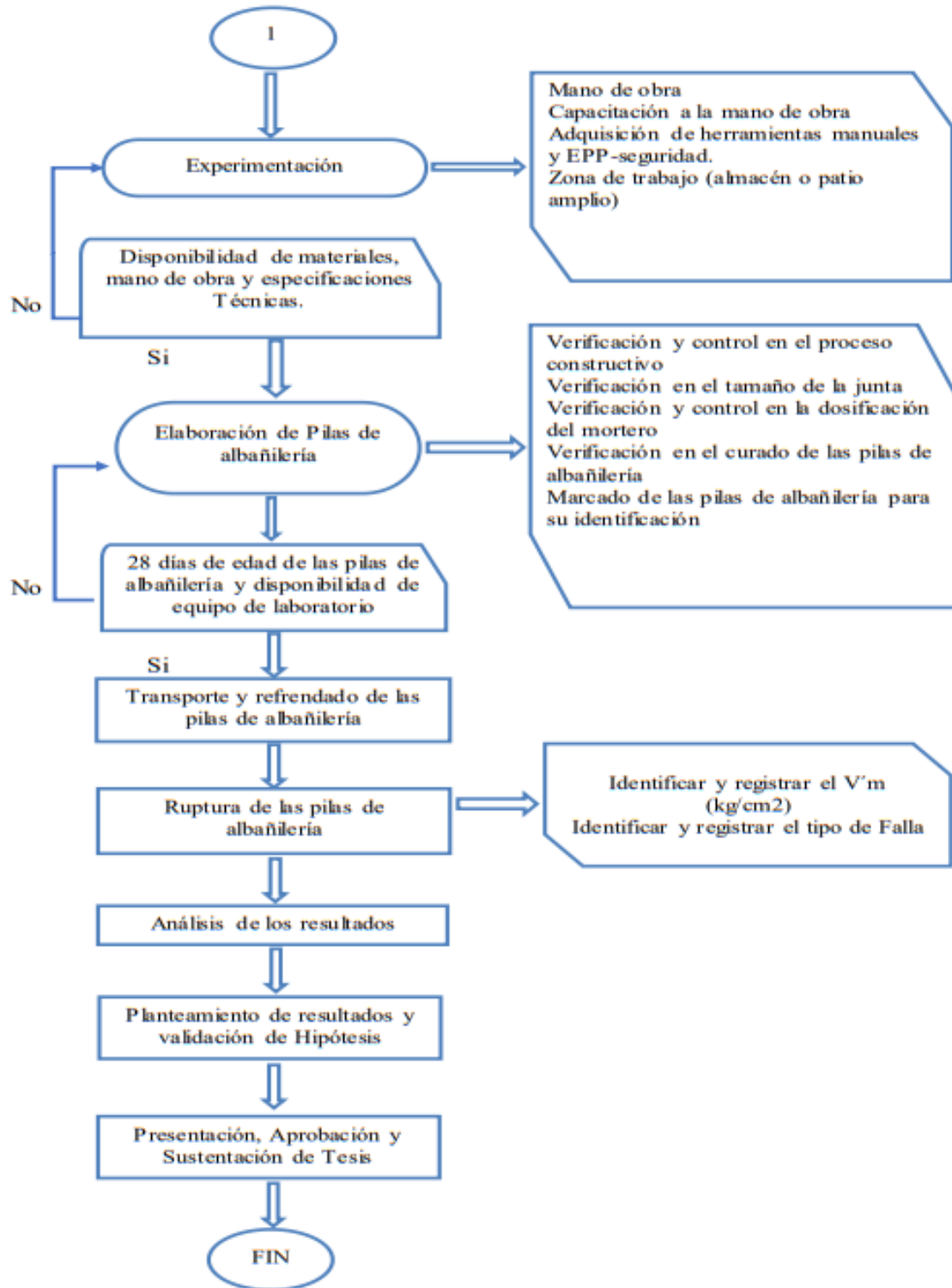
Nota. En la figura se observa los pasos a seguir del diseño de ingeniería como el diseño pre experimental y experimental.

Fuente propia.



Figura 10

Etapas del Diseño de Ingeniería





Nota. En la figura se observa los pasos a seguir del diseño de ingeniería como son la experimentación para luego proceder a construir las pilas de albañilería, luego se analiza los datos para que se llegue a la conclusión de las tesis.

Fuente propia.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

3.3.1.1. Descripción de la población

La población viene a ser el conjunto representado por varios subconjuntos los cuales son motivo de estudio. Los subconjuntos comparten características específicas en su entorno que se encuentran.

Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. (Hernandez & Baptista, 2010, pág. 65)

En función a los objetivos de la presente investigación y con la finalidad de alcanzar dichos objetivos la población se limita a las pilas de albañilería de tipo sogá con mortero de 1 cm. de espesor elaborados en la región de Cusco, distrito de Santiago con ladrillos King kong de 18 huecos (24cm x 12cm x 9cm) de la ladrillera Latesa del distrito de San Jerónimo-Cusco.

3.3.1.2. Cuantificación de la población

Se tuvo un total de 15 pilas de albañilería construidas con ladrillos King Kong de 18 huecos de (24 cm x 12 cm x 9 cm) y mortero con una proporción de 1:4 con un espesor de mortero de 1.00 cm. estas pilas se sometieron a un curado específico para luego determinar la resistencia a la compresión axial.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción de la muestra

La muestra obtenida fue de tipo probabilística que es un sub grupo de la población en la cual todos los elementos tienen la misma posibilidad de ser elegidos, y se obtuvieron



teniendo en cuenta las características de las unidades de la albañilería el espesor del mortero y tipo de curado. (Hernandez & Baptista, 2010, pág. 176)

3.3.2.2. Cuantificación de la muestra

Tuvimos tres grupos de muestras cada uno conformado por cinco pilas de albañilería clasificados en función a un tipo de curado específico.

La primera muestra conformada por 05 pilas de albañilería las cuales fueron construidas con unidades de albañilería King Kong de 18 huecos (24cm x 12cm x 9cm) de la ladrillera de Latesa; con un espesor de junta de mortero de 1.00 cm, las cuales no fueron curadas.

La segunda muestra conformada por 05 pilas de albañilería las cuales fueron construidas con unidades de albañilería King Kong de 18 huecos de (24cm x 12cm x 9cm) de la ladrillera de Latesa; con un espesor de junta de mortero de 1.00 cm, las cuales fueron curadas con agua.

La tercera muestra conformada por 05 pilas de albañilería las cuales fueron construidas con unidades de albañilería King Kong de 18 huecos (24cm x 12cm x 9cm) de la ladrillera de Latesa; con un espesor de junta de mortero de 1.00 cm, las cuales fueron curadas con aditivo.

Tabla 13

Representación de las Muestras de las Pilas de Albañilería

Tipo de mortero	Espesor de Junta (cm)	Descripción	# Pilas de albañilería
Mortero Artesanal	1.00	Sin curado	5.00
Mortero Artesanal	1.00	Curado tradicional (agua)	5.00
Mortero Artesanal	1.00	Curado con aditivo	5.00

Nota. En el cuadro se detecta el espesor de la junta, los tipos de curado y la cantidad de pilas de que se construyó. Fuente propia.



3.3.2.3. Método de muestreo

Este método constituye una herramienta utilizada en el estudio mediante el cual se determina que parte de una población se debe examinar. En el estudio se empleó el método de muestreo no probabilístico, también conocido como muestreo dirigido. Este método implica un método de elección no formal y que se aplica en diversos proyectos tanto cuantitativos como cualitativos. (Hernandez et al. 2010)

Teniendo las pilas las mismas propiedades físicas, se eligieron las pilas de manera aleatoria: pilas sin curado, pilas con curado tradicional y pilas curadas con aditivo.

3.3.2.4. Criterio de evaluación de muestra

Con el fin de evaluar la resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería utilizando distintos tipos de curado se tuvieron en cuenta estos criterios:

- Unidades de albañilería ladrillos King Kong (24 cm x 12 cm x 9 cm)
- Columnas de albañilería erigidas utilizando dos bloques de albañilería y una mezcla de mortero compuesta por una proporción de 1:4 de cemento y arena, con una antigüedad de 28 días desde su edificación.

Tabla 14

Cantidad de pilas

15.00 Pilas	100%	Población	
5.00 Pilas	34.00%	Muestra	Sin curado
5.00 Pilas	33.00%	Muestra	Curado tradicional
5.00 Pilas	33.00%	Muestra	Curado con aditivo

Nota. En la tabla se observa la cantidad de pilas utilizadas en esta investigación para lo cual se utilizó 15 pilas de albañilería que es el 100% de estas a 5 pilas no se les aplico ningún tipo de curado, a otras 5 pilas se les aplico el curado tradicional (agua), a los 5 restantes se les aplico el curado con aditivo (Sika Cem curador).

Fuente propia.



3.3.3. Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión comprenden varios atributos y cualidades utilizados con el fin de distinguir la muestra objeto de estudio dentro de la población. Su propósito radica en definir el alcance del universo y precisar la composición de la muestra en la investigación. (Merly, 2016)

- Unidades de albañilería tipo King Kong (24 cm x 12 cm x 9 cm) semi industriales elaborados en el distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco.
- Aditivo curador (Sika Cem)
- Pilas de albañilería construidas con dos unidades de albañilería.

3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección datos

Los instrumentos utilizados son tablas donde se tomaron los datos de manera ordenada, terminados los ensayos; estos datos sirvieron para poder llegar a los resultados que se presentan en nuestra investigación. Las tablas y formatos son de gran ayuda para realizar un mejor análisis y obtener resultados concretos de la investigación.

Como los instrumentos metodológicos se utilizaron textos en teoría de metodología de la investigación de varios autores, así como textos de albañilería y las Normas técnicas como la NTP E-070 y NTP 399.605 entre otros.

3.4.2. Instrumentos de Ingeniería

- Máquina de compresión
- Flexómetro
- Regla
- Escalímetro
- Batea
- Pala
- Badilejo
- Espátula
- Nivel de mano.



3.5. Procedimientos de Recolección de Datos

3.5.1. Título de la prueba de laboratorio o procedimiento que se realizó para la recolección de datos

a. Procedimiento

Ensayo de Variabilidad Dimensional

Figura 11

Unidades de Albañilería



Nota. En la imagen se observa las unidades de albañilería a las cuales se les tomó sus dimensiones. Fuente propia.

Figura 12

Limpieza de Unidades



Nota. Se puede observar en la imagen la limpieza de las unidades de albañilería, la cual se realizó para poder limpiar materiales sobrantes que puedan perjudicar la toma de las medidas para el ensayo de variabilidad dimensional. Fuente propia.



Figura 13

Toma de Medidas de Unidades de Albañilería



Nota. Se puede observar en la imagen la toma de medidas que se realizó a las unidades de albañilería como son largo, ancho y alto, en la mitad de las aristas que limitan cada cara con una regla metálica. Fuente propia.

Figura 14

Toma de datos de la Parte Superior de las Unidades de Albañilería



Nota. Se puede observar en la imagen la toma de datos para la variabilidad dimensional de las unidades de albañilería. Fuente propia.



Tabla 15

Variabilidad Dimensional

HOJA DE LABORATORIO

TESIS:

“INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL ENTRE EL CURADO TRADICIONAL Y EL CURADO CON ADITIVO EN PILAS DE ALBAÑILERÍA, CUSCO - 2019

Ensayo: Variabilidad Dimensional

Realizado por: Moises Cabrera Berrocal y Joel Cruz Villalba

Lugar: Laboratorio de la Universidad Andina del Cusco

Tamaño de la Muestra: 10 Unidades escogidas al azar

Formula

$$V\% = \frac{P_{prom} - P_{min}}{P_{prom}} \times 100$$

←

Donde:

V%: Variación de dimensiones (%)

P_{prom}: Medida promedio (cm)

P_{min}: Medida mínima (cm)

Datos y Cálculos:

Dimension específica:

A

L

H

Datos:

Ancho (A)= 12 cm

Largo (L)= 24 cm

Altura(H)= 9 cm

Espéc	Longitud (cm)					Ancho (cm)					Alto (cm)						
	L1	L2	L3	L4	L promedio	A1	A2	A3	A4	A promedio	H1	H2	H3	H4	H promedio		
1	23.85	23.70	23.75	23.60	23.73	12.10	12.00	12.05	12.07	12.06	8.98	9.00	9.04	8.98	9.00		
2	23.90	23.95	23.85	24.00	23.93	11.95	12.05	12.20	12.14	12.09	9.00	9.01	8.98	8.97	8.99		
3	23.70	23.70	23.80	23.85	23.76	12.00	12.04	12.50	12.15	12.17	9.01	8.98	8.99	9.00	9.00		
4	23.95	23.90	23.80	23.75	23.85	12.10	12.05	12.00	12.14	12.07	8.98	9.00	8.98	8.97	8.98		
5	24.00	23.95	23.88	23.90	23.93	12.15	12.00	12.10	12.05	12.08	8.97	8.99	8.98	8.97	8.98		
6	23.90	23.95	23.88	23.98	23.93	12.05	12.10	12.07	12.10	12.08	8.98	8.97	8.99	9.00	8.99		
7	23.95	23.89	24.00	23.97	23.95	12.07	12.06	12.08	12.12	12.08	8.97	8.98	8.99	8.96	8.98		
8	23.97	23.95	23.98	23.96	23.97	12.15	12.05	12.00	12.06	12.07	8.98	8.99	8.89	8.99	8.96		
9	23.80	23.95	23.89	23.98	23.91	12.03	12.05	12.10	12.15	12.08	8.97	8.96	9.00	9.01	8.99		
10	23.98	24.00	23.80	23.94	23.93	12.10	12.30	12.10	12.20	12.18	9.00	9.01	8.99	8.90	8.98		
					L prom	23.89					A prom	12.09				H prom	8.98
					L. min	23.60					A min	11.95				H min	8.89
					V (%)	1.20					V %	1.19				V %	1.03

Nota. Se puede observar en el cuadro los cálculos de variabilidad dimensional, los cuales nos dan como resultado unidades de albañilería tipo IV. Fuente propia.



Procesamiento o cálculos de la prueba.

La variación dimensional esta expresada en porcentaje, según la siguiente formula (Normas ITINTEC):

Ecuación 3

Variabilidad Dimensional Promedio

$$V \% = \frac{P_{prom} - P_{min}}{P_{prom}} \times 100$$

Dónde:

V% = Variabilidad dimensional. (%)

P prom = Medida promedio (cm).

P min = Medida mínima (cm).

Tabla 16

Parámetros de Variación de Dimensiones

TIPO	Variación de la Dimensiones		
	Máxima en porcentaje		
I(*)	±8	±6	±4
II(*)	±7	±6	±4
III(*)	±5	±4	±3
IV(*)	±4	±3	±2
V(*)	±3	±2	±1

Nota. Se puede observar en el cuadro la variabilidad dimensional y los parámetros para calcular el tipo de unidades de albañilería. Tomado de la (Norma E.070, 2006)



Tabla 17

Tabla de Resultados de Variabilidad Dimensional en Porcentaje

Resultados de Variabilidad Dimensional en Porcentaje (%)		
1.20%	1.19%	1.03%

Nota. Se puede observar en el cuadro la variabilidad dimensional que en comparación con los parámetros de variación dimensional nos demuestran que nuestras unidades de albañilería califican como tipo IV. Fuente propia.

Análisis de la prueba

Clasificación para fines estructurales

- **Tipo I:** Baja resistencia y durabilidad, apropiados para aplicaciones de albañilería en entornos con exigencias mínimas.
- **Tipo II:** Fuerza y longevidad limitadas, adecuados para edificaciones de albañilería en entornos operativos moderados.
- **Tipo III:** Fuerza y longevidad regular, adecuados para edificaciones de albañilería de uso común.
- **Tipo IV:** Fuerza y longevidad elevadas, adecuados para edificaciones de albañilería bajo circunstancias operativas exigentes.
- **Tipo V:** Fuerza y longevidad muy altas, adecuados para edificaciones de albañilería bajo circunstancias operativas especialmente exigentes

De acuerdo a los resultados obtenidos de nuestro procesamiento de datos en función a la variabilidad dimensional podemos decir, que nuestras unidades de albañilería tienen la clasificación Tipo IV, fortaleza y longevidad media, y son adecuados para edificaciones de albañilería en situaciones de servicios rigurosos.



Ensayo de Alabeo

Figura 15

Unidades de Albañilería para Ensayos de Alabeo



Nota. Se puede observar en la imagen las piezas de albañilería a las cuales se les realizó el ensayo de alabeo. Fuente propia.

Figura 16

Medición Alabeo en Unidades de Albañilería



Nota. Se puede observar en la imagen la medición de curvatura cóncava y convexa de las piezas de albañilería. Fuente propia.



Figura 17

Instrumentos Utilizados para el Ensayo de Alabeo.



Nota. En la figura se observa los instrumentos que se utilizó para el ensayo de alabeo como son la regla metálica, cinta métrica y una cuña graduada en milímetros. Fuente propia.

Figura 18

Toma de datos de Alabeo



Nota. En la figura se observa las anotaciones que se realizó de las piezas de albañilería al realizar el ensayo de alabeo el cual se realizó colocando la parte donde la unidad descansa sobre una mesa plana, se colocó una regla metálica que conectó los extremos diagonales opuestos, seguidamente la cuña se introduce en el punto de mayor deflexión. Fuente propia.



Tabla 18

Procesamiento o Cálculos de la Prueba de Alabeo

	HOJA DE LABORATORIO			
	TESIS: “INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL ENTRE EL CURADO TRADICIONAL Y EL CURADO CON ADITIVO EN PILAS DE ALBAÑILERÍA, CUSCO - 2019			
Ensayo: Alabeo.				
Realizado por: Moises Cabrera Berrocal y Joel Cruz Villalba				
Lugar: Laboratorio de la Universidad Andina del Cusco				
$\text{Alabeo} = \left(\frac{\text{Concavidad} + \text{Convexidad}}{2} \right)$				
<p>Donde:</p> <p>A: Alabeo.(mm)</p> <p>M1: Medida en el extremo derecho (mm).-Convexidad</p> <p>M2: Medida en el medio (mm).-Concavidad.</p> <p>M3: Medida en el extremo izquierdo (mm).-Convexidad</p>				
Datos y Cálculos:				
	Cara A		Cara B	
Espécimen	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)
E1	1.00	0.00	1.50	0.00
E2	1.00	0.00	0.50	0.00
E3	1.50	0.00	0.00	0.50
E4	0.00	0.50	2.00	0.00
E5	0.00	1.00	1.50	0.00
E6	0.00	0.50	1.00	0.00
E7	1.50	0.00	0.00	1.00
E8	1.50	1.00	0.00	0.50
E9	0.50	0.00	1.50	0.00
E10	0.50	0.00	0.00	0.50
Prom. (mm.)	0.75	0.20	0.80	0.25
Concavidad (mm.)	1.55			
Convexidad (mm.)	0.45			
Alabeo Prom. (mm.)	1.00			

Nota. Se puede observar en el cuadro los resultados obtenidos de alabeo de las piezas de albañilería.

Fuente propia.



Con la información recabada de las mediciones del alabeo se procede a procesar dicha información:

Ecuación 4

Alabeo

$$\text{Alabeo} = (\text{Concavidad} + \text{Convexidad}) / 2$$

Ecuación 5

Convexidad Promedio

$$(A) = \sum (E_i + \dots + E_n) / n$$

Ecuación 6

Concavidad Promedio

$$(B) = \sum (E_i + \dots + E_n) / n$$

- Se calcula el promedio de la Concavidad y convexidad para cada cara A y B de los especímenes:

$$\sum (E_i + \dots + E_n) / n \quad (A) = \sum (E_i + \dots + E_n) / n = 0.75 \text{ mm}$$

$$\text{Convexidad Promedio (A)} = \sum (E_i + \dots + E_n) / n = 0.20 \text{ mm}$$

$$\text{Concavidad Promedio (B)} = \sum (E_i + \dots + E_n) / n = 0.80 \text{ mm}$$

$$\text{Convexidad Promedio (B)} = \sum (E_i + \dots + E_n) / n = 0.25 \text{ mm}$$

- Seguidamente se calcula la Concavidad y convexidad promedio de ambas caras de los especímenes:

$$\text{Concavidad} = (\text{Concavidad prom A} + \text{Concavidad prom B})$$

$$\text{Concavidad} = (0.75 + 0.80) = 1.55 \text{ mm}$$

$$\text{Convexidad} = (\text{Convexidad prom A} + \text{Convexidad prom B})$$



$$\text{Convexidad} = (0.2 + 0.25) = 0.45 \text{ mm}$$

➤ Seguidamente se calcula el alabeo de los especímenes:

$$\text{Alabeo} = (\text{Concavidad} + \text{Convexidad}) / 2$$

$$\text{Alabeo} = (1.55 + 0.45) / 2$$

$$\text{Alabeo} = 1.00 \text{ mm}$$

Tabla 19

Clase de Unidad de Albañilería para Fines Estructurales

Tipo	Variación de la Dimensiones			Alabeo
	Máxima en porcentaje			(Máximo en mm)
I(*)	±8	±6	±4	10
II(*)	±7	±6	±4	8
III(*)	±5	±4	±3	6
IV(*)	±4	±3	±2	4
V(*)	±3	±2	±1	2

Nota. En el cuadro se observa el alabeo máximo en mm el cual clasifica a la unidad de albañilería para fines estructurales, de los resultados obtenidos las piezas de albañilería clasifican como tipo V de acuerdo a la tabla 19. Tomado de la (Norma E.070, 2006).

Con el resultado obtenido de alabeo igual a 1.00 mm califica como unidad de albañilería tipo V de acuerdo a su alabeo.

Análisis de la prueba

- El alabeo se encuentra directamente vinculado con el grosor de mortero aplicado al construir filas de ladrillos, si la unidad presenta una concavidad o convexidad en la superficie de apoyo, esto generará una disparidad en el espesor del material adherente y, como consecuencia, un aumento en la cantidad de material utilizado.



- Debido a que los registros de alabeo tanto en concavidad y convexidad son mínimos y no se pueden considerar dentro de la clasificación mínima de aceptación de las unidades, estos son considerados nulos.

Ensayo de Succión.

Equipos utilizados

- ✓ Horno eléctrico
- ✓ Balanza de 0.54 g de aproximación.
- ✓ Recipientes.

Muestra

- La retención de humedad de las piezas fabricadas con arcilla y silicio calcáreo no sobrepasará el 22%. Para el bloque de concreto, la absorción no superará el 12%. En cuanto al bloque de concreto NP, su retención de humedad no rebasará el 15%. (Norma E.070, p. 15).
- Es aconsejable que la absorción durante el proceso de asentado esté en el rango de 10 a 20 gramos por cada 200 centímetros cuadrados por minuto. (Norma E.070, p. 19).



Procedimiento del ensayo de Succión

Figura 19

Toma de Altura a la que se Sumergirá la Unidad de Albañilería.



Nota. En la imagen se observa que se está tomando la altura a la que se sumergirá la pieza de albañilería. Fuente propia.

Figura 20

Colocado de la Unidad a Albañilería



Nota. Se puede observar en la imagen la altura a la cual se sumergió la unidad de albañilería para apreciar su succión. Fuente propia.



Figura 21

Control del Tiempo que está Sumergida.



Nota. Se puede observar en la imagen el control del tiempo que está sumergida la unidad de albañilería en el recipiente. Fuente propia.

Figura 22

Altura de Succión de la Unidad de Albañilería

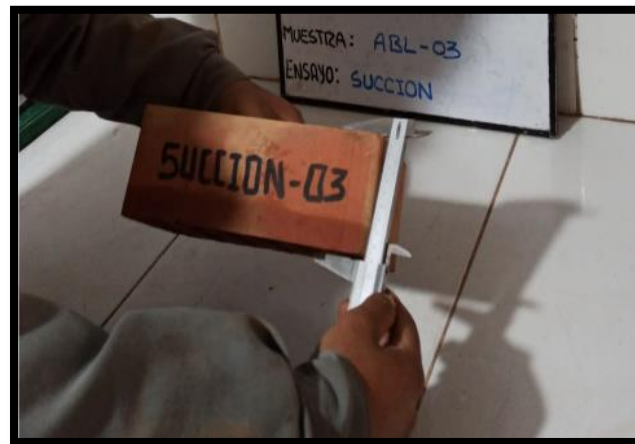


Nota. En la figura se observa la altura de succión de la unidad de albañilería la cual se realiza con un vernier. Fuente propia.



Figura 23

Toma de Medidas de la Unidad de Albañilería.



Nota. Es evidente en la ilustración la toma de medidas para poder hallar el área de contacto entre la pieza de albañilería y el mortero. Fuente propia.

Figura 24

Toma de medida de los Espacios Vacíos.



Nota. Es evidente en la ilustración la medición de los espacios vacíos de la unidad de albañilería. Fuente propia.



Figura 25

Dimensiones de las Unidades de Albañilería.



Nota. Es evidente en la ilustración la toma de dimensiones, los cuales nos servirá para hallar el área de la sección. Fuente propia.

Figura 26

Pesado de la Unidad de Albañilería



Nota. Es evidente en la ilustración el pesado de la pieza de albañilería para poder saber cuál es la diferencia con respecto al peso seco y poder calcular la succión de agua. Fuente propia.



Figura 27

Introducción al Horno.



Nota. Es evidente en la ilustración la introducción de las unidades de albañilería al horno, para el secado correspondiente y luego tomar datos de su peso seco. Fuente propia.

Determinación del porcentaje de succión de la unidad de Albañilería

Ecuación 7

Succión

$$A = \frac{200(W_{SU} - W_D)}{L * B}$$

Donde:

A = Peso de Succión corregida.

W_D = Peso seco del espécimen.

W_{SU} = Peso de succión.

L = Lardo promedio de la superficie de contacto.

B = Ancho promedio de la superficie de contacto.



Tabla 20

Determinación del Porcentaje de Succión de las Unidad de Albañilería

		HOJA DE LABORATORIO					
		TESIS:					
		“INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL ENTRE EL CURADO TRADICIONAL Y EL CURADO CON ADITIVO EN PILAS DE ALBAÑILERÍA, CUSCO - 2019					
Ensayo: Succión.							
Realizado por: Moises Cabrera Berrocal y Joel Cruz Villalba							
Lugar: Laboratorio de la Universidad Andina del Cusco							
$A = \frac{200(W_{SU} - W_D)}{L * B}$		<p>Donde:</p> <p>A = Peso de Succión corregida</p> <p>W_D = Peso seco del espécimen</p> <p>W_{SU} = peso de succión</p> <p>L = Lardo promedio de la superficie de contacto</p> <p>B = Ancho promedio de la superficie de contacto</p>					
Datos y Cálculos:							
Nº	Muestra	Peso Seco (g)	Peso de Succion	Largo Promedio (L)	Ancho Promedio (B)	Area Total Bruta	A gr/200cm ² -min
1	ABL-01	2,943.00	2,971.74	23.83	12.15	289.53	19.85
2	ABL-02	2,949.11	2,975.16	23.81	12.11	288.34	18.07
3	ABL-03	2,926.17	2,956.42	23.85	12.05	287.39	21.05
4	ABL-04	2,940.28	2,968.25	23.84	12.08	287.99	19.42
5	ABL-05	2,945.12	2,973.90	23.82	12.13	288.94	19.92
						Promedio	19.66

Nota. Se puede observar en el cuadro los datos de las piezas de albañilería como: el peso seco, peso de succión, largo, ancho, el área total bruta, con los cuales se procedió a realizar los cálculos. Los cuales se describen a continuación: Fuente propia.



$$A = \frac{200(W_{SU} - W_D)}{L * B}$$

$$\frac{200(2971.74 - 2943.00)}{(23.83 * 12.15)} = 19.85 \text{ gr/ cm}^2\text{-min}$$

$$\frac{200(2975.16 - 2949.11)}{(23.81 * 12.11)} = 18.06 \text{ gr/ cm}^2\text{-min}$$

$$\frac{200(2956.42 - 2926.17)}{(23.85 * 12.05)} = 21.05 \text{ gr/ cm}^2\text{-min}$$

$$\frac{200(2968.25 - 2940.28)}{(23.84 * 12.08)} = 19.42 \text{ gr/ cm}^2\text{-min}$$

$$\frac{200(2973.90 - 2945.12)}{(23.82 * 12.13)} = 19.92 \text{ gr/ cm}^2\text{-min}$$

Luego se halla el promedio de los resultados antes obtenidos

$$\frac{(19.853 + 18.069 + 21.051 + 19.424 + 19.921)}{5} = 19.66 \text{ gr/ cm}^2\text{-min}$$

Tabla 21

Resultado del Ensayo de Succión.

Ensayo	Resultado	Especificación	Observación
Succión Promedio	19.66 gr/ cm ² -min	De 10 a 20 gr/ cm ² min	Cumple

Nota. Se puede observar en el cuadro que las piezas de albañilería si cumple con los parámetros que pide la norma técnica. Fuente propia.

Ensayo de absorción:

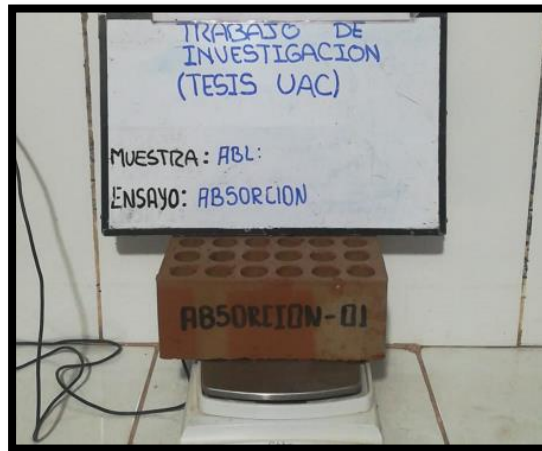
Equipos utilizados

- ✓ Horno eléctrico
- ✓ Balanza de 0.54 g de aproximación
- ✓ Recipientes



Figura 28

Peso de las Unidad de Albañilería



Nota. Es evidente en la ilustración el pesado de las piezas de albañilería para la prueba de absorción. Fuente propia.

Figura 29

Introduce al Horno las Unidades de Albañilería



Nota. Es evidente en la ilustración las piezas de albañilería dentro del horno. Fuente propia.



Figura 30

Saturación de las Unidades de Albañilería



Nota. Es evidente en la ilustración la saturación de las unidades de albañilería. Fuente propia.

Procesamiento de datos:

Determinamos el porcentaje de Absorción de la unidad de albañilería

Ecuación 8

Absorción

$$A = \frac{200(W_{SU} - W_D)}{L*B}$$

Donde:

W_D = Peso seco del espécimen

W_S = Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua fría.



Tabla 22

Determinación del Porcentaje de Absorción de las Unidades de Albañilería

	HOJA DE LABORATORIO					
	TESIS: “INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL ENTRE EL CURADO TRADICIONAL Y EL CURADO CON ADITIVO EN PILAS DE ALBAÑILERÍA, CUSCO - 2019					
Ensayo: Absorción.						
Realizado por: Moises Cabrera Berrocal y Joel Cruz Villalba						
Lugar: Laboratorio de la Universidad Andina del Cusco						
$\%Absorción = \frac{W_s - W_D}{W_D} * 100$						
<p>Donde:</p> <p>W_D = Peso seco del espécimen</p> <p>W_s = Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua fría</p>						
Datos y Cálculos:						
Nº	Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado 5H (g)	Peso Saturado 24 H (g)	Absorción 5H (%)	Absorción 24H (%)
1	ABL-01	2,961.80	3,339.58	3,349.76	12.76	13.10
2	ABL-02	2,966.01	3,353.90	3,365.89	13.08	13.48
3	ABL-03	2,942.82	3,310.70	3,319.91	12.50	12.81
4	ABL-04	2,955.50	3,340.60	3,349.45	13.03	13.32
5	ABL-05	2,960.75	3,332.12	3,344.50	12.54	12.96
Pormedio					12.78%	13.13%

Nota. Se puede observar en el cuadro los pesos secos de las piezas de albañilería, así como los pesos saturados de las mismas con dichos datos se calcula la absorción los cuales describimos a continuación. Fuente propia.



$$\%Absorción = \frac{W_s - W_D}{W_D} * 100$$

Cálculo de absorción 5H

$$\left(\frac{3339.58 - 2961.80}{2961.80}\right) * 100 = 12.76\%$$

$$\left(\frac{3353.90 - 2966.01}{2966.01}\right) * 100 = 13.08\%$$

Cálculo de absorción 24 H

$$\left(\frac{3349.76 - 2961.80}{2961.80}\right) * 100 = 13.10\%$$

$$\left(\frac{3365.89 - 2966.01}{2966.01}\right) * 100 = 13.48\%$$

Luego se procede a calcular el promedio

$$\frac{(12.76 + 13.08 + 12.50 + 13.03 + 12.54)}{5} = 12.78\%$$

$$\frac{(13.10 + 13.48 + 12.81 + 13.32 + 12.96)}{5} = 13.13\%$$

Tabla 23

Resultados del Porcentaje de Absorción de las Unidades de Albañilería

Ensayo	Resultado	Especificación	Observación
Absorción Promedio (%)	13.13%	Menos de 22 %	Cumple

Nota. Se detecta que las piezas de albañilería si dan cumplimiento con los parámetros que exige la norma técnica E-070, la cual señala que la absorción de las unidades de arcilla y silico calcáreas no excederá el 22%. y en nuestros resultados obtenidos son de 13.13 %.



Ensayo de granulometría del agregado

Instrumentos empleados

- ✓ Tamices N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200
- ✓ Balanza

Muestra

- ✓ La muestra analizada de arena gruesa fue de 1 kilogramo, definiéndose como la combinación de arena fina y confitillo. Conforme a las normativas de INDECOPI (2001), la cantidad mínima de muestra para agregado fino es de 300 gramos.

Procedimiento

- ✓ Se realizó el método de cuarteo para la obtención de la muestra representativa del material a ensayar.
- ✓ Pesaje de la muestra obtenida.
- ✓ El material a analizar será lavado con agua potable mediante el tamiz N° 200, con el objetivo de eliminar las partículas finas adheridas a las partículas más grandes.

Figura 31

Selección de Tamices para Calcular la Granulometría del Agregado



Nota. En la imagen se observa los tamices N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200, los cuales se seleccionan para calcular la granulometría del agregado. Fuente propia.



Figura 32

Toma de Datos para el Ensayo de Granulometría.

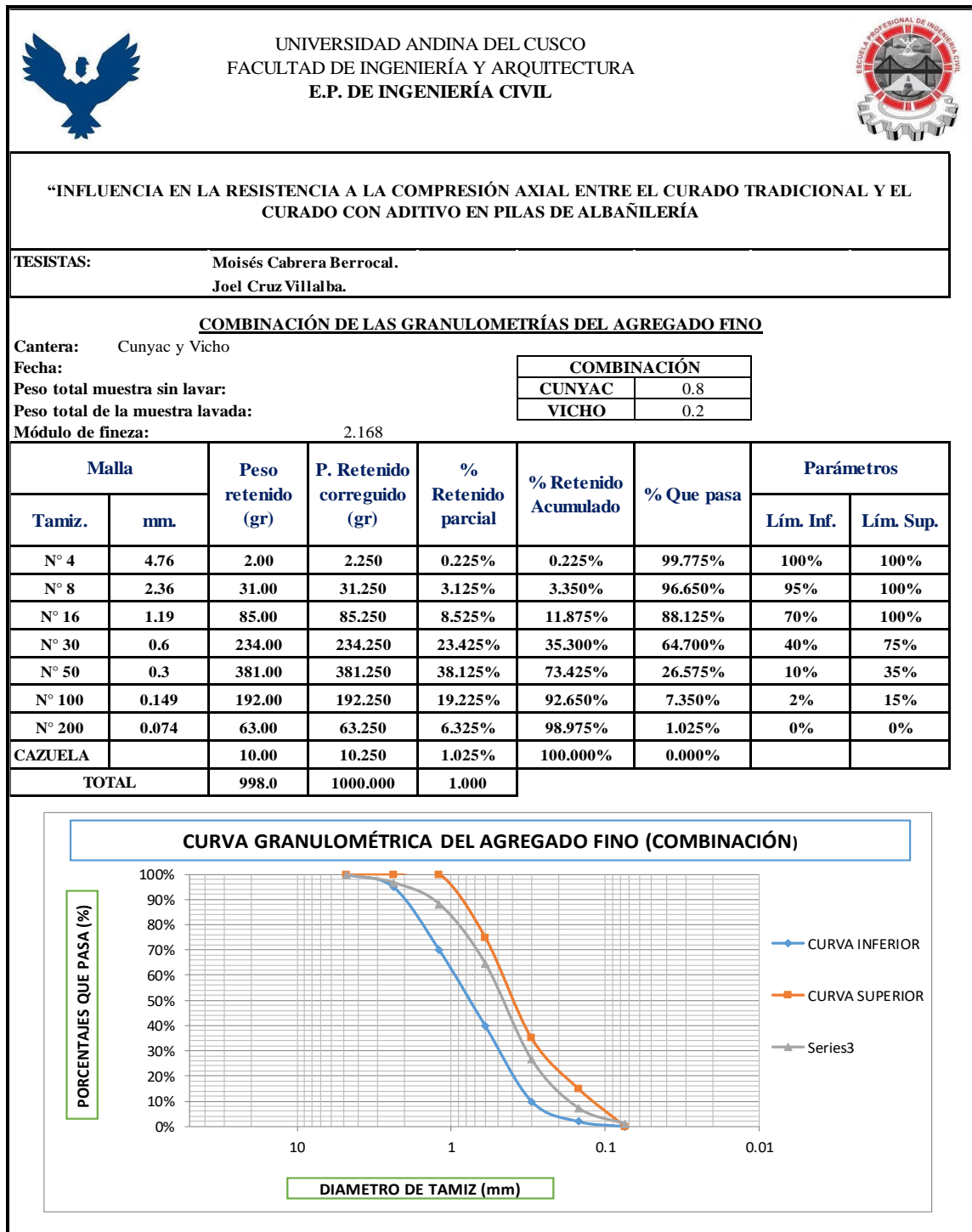


Nota. En la figura se observa la toma de datos como son los pesos retenidos en los diferentes tamices para el ensayo de granulometría. Fuente propia.



Tabla 24

Granulometría del Agregado Fino



Nota. En la tabla se observa la combinación de arena de Cunyac un 80% y Vicho 20% la combinación de estos dos agregados nos da un módulo de fineza de 2.17, el cual está en el rango que exige la NTP E-070 donde menciona que tiene que estar entre 1.60 y 2.50. Fuente propia.



Resistencia a la compresión de cubos de mortero

Figura 33

Molde de los cubos de mortero



Nota. En la figura se observa los moldes de los morteros, los cuales tiene 5.00 cm de arista en todos sus extremos. Fuente propia.

Figura 34

Cubos de Mortero a los 28 días



Nota. En la figura se observa los cubos de mortero listos para realizar las pruebas de resistencia a compresión axial. Fuente propia.



Figura 35

Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial de Cubos de Mortero



Nota. En la figura se observa el ensayo de la resistencia a compresión axial el cual se realiza en el laboratorio de Universidad, estos cubos tienen 28 días desde su elaboración. Fuente propia.



Tabla 25

Resistencia a la Compresión Axial de Cubos de Mortero

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">HOJA DE LABORATORIO</div> <p>TESIS:</p> <p>“INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL ENTRE EL CURADO TRADICIONAL Y EL CURADO CON ADITIVO EN PILAS DE ALBAÑILERÍA, CUSCO - 2019</p> </div> </div>					
Ensayo: Resistencia a la compresión de cubos de mortero.					
Realizado por: Moises Cabrera Berrocal y Joel Cruz Villalba					
Lugar: Laboratorio de la Universidad Andina del Cusco					
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; display: inline-block;"> $f'm = \frac{P}{A}$ </div> ↔		<p>Donde:</p> <p>F' m: Resistencia a la compresión (kg/cm2)</p> <p>P: Carga máxima registrada (kg)</p> <p>A: Área de la sección transversal (cm2)</p>			
Especimen	Dimensiones (cm)		Área	Carga Máxima	fm
	H prom	A prom	cm2	Kgf	Kg/cm2
1.00	5.00	5.02	25.10	3655.00	145.62
2.00	5.08	5.04	25.35	3650.00	143.98
3.00	5.04	5.05	25.40	3640.00	143.30
4.00	5.06	5.05	25.45	3645.00	143.21
5.00	5.08	5.03	25.35	3633.00	143.31
6.00	5.02	5.05	25.40	3660.00	144.09
7.00	5.06	5.04	25.40	3680.00	144.87
8.00	5.00	5.00	25.25	3700.00	146.53
9.00	5.03	5.02	25.40	3710.00	146.06
				Promedio	144.55



Nota. En el cuadro se ilustra la resistencia a la compresión axial de cubos de mortero teniendo un promedio de 144.55 kg/cm². Fuente propia.

Tabla 26

Resistencia a Compresión axial característico de los cubos de mortero

fm Promedio	144.55	Kg/cm ²
Desviación estandar	1.27	Kg/cm ²
fm Caracteristico	143.28	Kg/cm ²

Nota. En la tabla se observa la resistencia promedio y la desviación estándar, luego de un análisis obtenemos una resistencia característica 143.28 kg/cm². Fuente propia.

Proceso constructivo de Pilas de Albañilería.

Proceso constructivo de las pilas de albañilería se realiza con ladrillos King Kong de 18 huecos, esta unidad tiene las siguientes dimensiones (24 cm. x 12 cm. x 9 cm.) y una junta de 01 cm. de espesor de mortero, se toma esta altura por un antecedente en donde se llega a la conclusión que la falla ideal es con 01 cm. de espesor de mortero a continuación se procede con la construcción de las pilas.

Figura 36

Materiales Utilizados para la Construcción de las Pilas





Nota. Es evidente en la ilustración los materiales utilizados para la construcción de pilas de albañilería. Fuente propia.

Figura 37

Saturación de las Unidades de Albañilería



Nota. Es evidente en la ilustración la saturación de las piezas de albañilería 15 horas antes de su construcción. Fuente propia.

Figura 38

Agregado Fino



Nota. Es evidente en la ilustración los dos tipos de agregado con los que se preparó el mortero. Fuente propia.

Figura 39

Dosificación de Agregado Fino



Nota. Es evidente en la ilustración la dosificación de agregado fino entre las canteras de Cunyac y Vicho. Fuente propia.

Figura 40

Mezcla entre Agregado y Cemento Portland IP





Nota. Es evidente en la ilustración la dosificación del agregado y el cemento Portland IP. Fuente propia.

Figura 41

Construcción de las Pilas de Albañilería



Nota. Es evidente en la ilustración la construcción de las pilas de albañilería, donde el mortero tiene un espesor de 1 cm.

Figura 42

Aplicación del Aditivo a las Pilas de Albañilería.



Nota. Es evidente en la ilustración la aplicación del aditivo a las pilas de albañilería. Fuente propia.



Figura 43

Pilas de Albañilería a los 28 días.



Nota. Es evidente en la ilustración las pilas de albañilería, listas para la prueba de resistencia a la compresión axial a los 28 días de su construcción. Fuente propia.

Figura 44

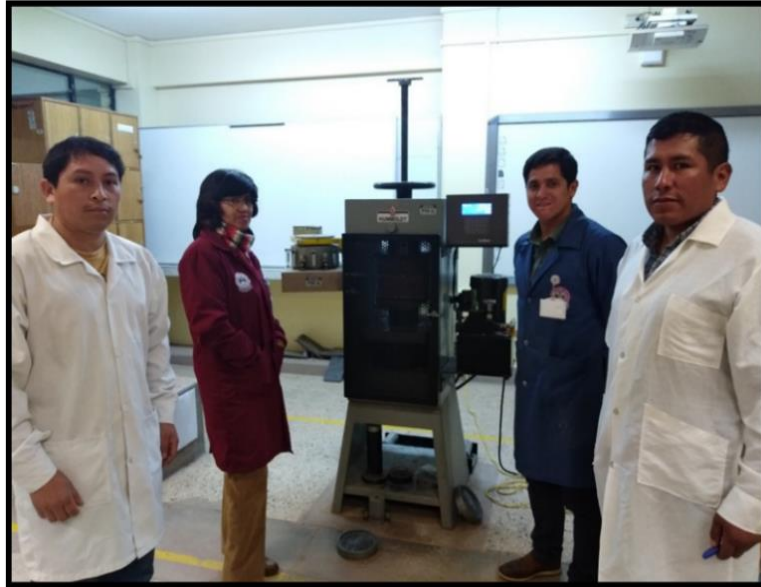
Toma de Medidas en el Laboratorio



Nota. Es evidente en la ilustración la toma de medidas en las pilas de albañilería, en el laboratorio de la universidad. Fuente propia.

Figura 45

Inicio de Rotura de Pilas de Albañilería



Nota. Es evidente en la ilustración el inicio de toma de datos durante el ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería. Fuente propia.

Figura 46

Rotura de Espécimen (Curado Tradicional)



Nota. Es evidente en la ilustración la rotura del primer espécimen el cual se curó con agua y tenía un espesor de mortero de 1 cm. Fuente propia.

Figura 47



Se Aprecia en el Espécimen la Fisura Ideal (Curado con Aditivo)



Nota. Es evidente en la ilustración la rotura de la pila de albañilería la cual se curó con aditivo, y tiene un espesor de mortero de 01 cm. Fuente propia.

Figura 48

Culminación de Pruebas de Rotura de Especímenes con Presencia del Asesor



Nota. En la imagen se observa la presencia de la ingeniero, quien verifico las pruebas de resistencia a la compresión axial en las pilas de albañilería, las cuales fueron realizadas en el laboratorio de la universidad Andina del Cusco. Fuente propia.



a) **Toma de datos**

Los datos se tomaron durante el ensayo de resistencia a compresión axial en las pilas de albañilería.

Tabla 27

Resistencia a la Compresión Axial en Pilas sin Curado

N°	N° Días	Fuerza kgf	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)
1	28.00	12,840.00	23.90	11.90	19.35	284.41
2	28.00	13,520.00	23.80	12.00	19.20	285.60
3	28.00	13,730.00	23.95	11.97	19.10	286.68
4	28.00	12,980.00	23.80	11.89	19.15	282.98
5	28.00	14,110.00	23.95	12.00	19.22	287.40

Promedio de la altura (hp)	19.20 cm
Promedio del ancho (tp)	11.95 cm
(hp/tp)	1.61 cm

Nota. Se puede observar en el cuadro los 05 especímenes sometidos a la resistencia a la compresión axial, los cuales no recibieron tratamiento de curado, del análisis de los datos se obtuvo una esbeltez de 1.61 cm. Fuente propia.

Tabla 28

Resistencia a la Compresión Axial en Pilas con un Curado Tradicional

N°	N° Días	Fuerza kgf	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)
1	28.00	14,520.00	23.85	11.93	19.35	284.53
2	28.00	14,920.00	23.85	11.89	19.30	283.58
3	28.00	15,010.00	23.90	11.97	19.12	286.08
4	28.00	15,390.00	23.90	12.00	19.15	286.80
5	28.00	14,490.00	24.00	12.00	19.20	288.00



Promedio de la altura (hp)	19.22 cm
Promedio del ancho (tp)	11.96 cm
(hp/tp)	1.61 cm

Nota. En el cuadro se puede observar a los 05 especímenes sometidos a la prueba de resistencia a la compresión axial, estas pilas fueron curadas con agua, del análisis de los datos se obtuvo una esbeltez de 1.61 cm. Fuente propia.

Tabla 29

Resistencia a la Compresión Axial en Pilas Curadas con Aditivo.

N°	N° Días	Fuerza kgf	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)
1	28.00	13,840.00	23.85	11.96	19.40	285.25
2	28.00	14,520.00	23.93	11.86	19.65	283.81
3	28.00	14,730.00	24.00	11.97	19.35	287.28
4	28.00	13,980.00	24.00	12.00	19.45	288.00
5	28.00	15,110.00	23.90	12.00	19.35	286.80

Promedio de la altura (hp)	19.44 cm
Promedio del ancho (tp)	11.96 cm
(hp/tp)	1.63 cm

Nota. En esta tabla se aprecia los datos de las 05 pilas de albañilería sometidas a la prueba de resistencia a compresión axial, las cuales fueron curadas con aditivo, del análisis de los datos se obtiene una esbeltez de 1.63 cm. Fuente propia.



3.6. Procedimientos de Análisis de Datos

3.6.1. Título de la prueba de laboratorio o procedimiento que se realizó

Ensayo para determinar la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería.

a) Procedimientos o cálculos de la prueba.

Tabla 30

Cuadro de Factor de Corrección

FACTORES DE CORRECCIÓN ALTURA / ESPESOR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA - NTP 399.605 Y ASTM C1314							
Hp/Tp = H/E	1.30	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00
FACTOR DE CORRECCIÓN	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22

Nota. En el cuadro se puede observar el factor de corrección altura / espesor para la resistencia a la compresión de prismas de albañilería - NTP 399.605. Tomado de (NTP 399.605, 2003).

Ecuación 9

Factor de corrección por esbeltez

$$\frac{H}{E} = \frac{H_p}{T_p}$$

Cálculo de factor de corrección por esbeltez en pilas de albañilería sin curado.

Datos:

Factor de corrección $\left(\frac{H}{E}\right)$

Promedio de altura (Hp) = 19.20 cm

Promedio del ancho (Tp) = 11.95 cm

(Hp/Tp) = 1.61 cm

$$y = y_1 + \left[\left(\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \right) \right] (y_2 - y_1)$$



$$(0.86 + \left[\left(\frac{1.61-1.5}{2-1.5} \right) (1 - 0.86) \right])$$

$$\left(\frac{1.61-1.5}{2-1.5} \right) = 0.22\text{cm}$$

$$(1 - 0.86) = 0.14\text{cm}$$

$$0.22 * 0.14 = 0.03\text{cm}$$

$$0.86 + 0.03 = 0.89\text{cm}$$

Tabla 31

Factor de Corrección en Pilas de Albañilería sin Curado

FACTORES DE CORRECCIÓN ALTURA / ESPESOR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA - NTP 399605 Y ASTM C1314								
Hp/Tp = H/E	1.30	1.50	1.61	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00
FACTOR DE CORRECCIÓN	0.75	0.86	0.89	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22

Nota. En el cuadro se puede observar el factor de corrección, que luego del análisis nos da 0.89 para las pilas sin curado. Adaptado de la (Norma Técnica Peruana 399.605, 2003)

Cálculo de factor de corrección por esbeltez en pilas de albañilería con curado tradicional.

Datos:

Promedio de altura (Hp) = 19.22 cm

Promedio del ancho (Tp) = 11.96 cm

(Hp/Tp) = 1.61 cm

$$y = y_1 + \left[\left(\frac{x-x_1}{x_2-x_1} \right) \right] (y_2 - y_1)$$

$$(0.86 + \left[\left(\frac{1.61-1.5}{2-1.5} \right) (1 - 0.86) \right])$$

$$\left(\frac{1.61-1.5}{2-1.5} \right) = 0.22\text{cm}$$

$$(1 - 0.86) = 0.14 \text{ cm}$$

$$0.22 * 0.14 = 0.04\text{cm}$$

$$0.86 + 0.04 = 0.90\text{cm}$$



Tabla 32

Factor de Corrección en Pilas de Albañilería con Curado Tradicional

FACTORES DE CORRECCIÓN ALTURA / ESPESOR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA - NTP 399605 Y ASTM C1314								
Hp/Tp = H/E	1.30	1.50	1.61	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00
FACTOR DE CORRECCIÓN	0.75	0.86	0.90	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22

Nota. En la tabla se observa el factor de corrección, que luego del análisis nos da 0.90 para las pilas curadas con agua. Adaptado de la (Norma Técnica Peruana 399.605, 2003)

Cálculo de factor de corrección en pilas de albañilería curadas con aditivo.

Datos:

Promedio de altura (Hp) = 19.44 cm

Promedio del ancho (Tp) = 11.96 cm

(Hp/Tp) = 1.63 cm

$$y = y_1 + \left[\left(\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \right) \right] (y_2 - y_1)$$

$$(0.86 + \left[\left(\frac{1.63 - 1.5}{2 - 1.5} \right) (1 - 0.86) \right])$$

$$\left(\frac{1.63 - 1.5}{2 - 1.5} \right) = 0.26 \text{ cm}$$

$$(1 - 0.86) = 0.14 \text{ cm}$$

$$0.26 * 0.14 = 0.03 \text{ cm}$$

$$0.86 + 0.04 = 0.90 \text{ cm}$$



Tabla 33

Factor de Corrección en Pilas de Albañilería Curadas con Aditivo.

FACTORES DE CORRECCIÓN ALTURA / ESPESOR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA - NTP 399605 Y ASTM C1314								
hp/Tp = H/E	1.30	1.50	1.63	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00
FACTOR DE CORRECCIÓN	0.75	0.86	0.90	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22

Nota. En la tabla se observa un factor de corrección para una esbeltez de 1.63, interpolando nos da 0.90 el factor de corrección el cual se aplicará en las tablas para el cálculo de la resistencia a la compresión. Adaptado de la (Norma Técnica Peruana 399.605, 2003)

Ecuación 10

Resistencia a la compresión de la pila de albañilería

$$f'm = \frac{P}{A}$$

Donde:

F' m: Resistencia a la compresión (kg/cm²)

P: Carga máxima registrada (kg)

A: Área de la sección transversal (cm²)

Ecuación 11

Cálculo de la resistencia característica a compresión en pilas de albañilería.

$$f'm = fm - \sigma$$

Donde:

f'm: Resistencia característica a compresión (kg/cm²)

f'm: Promedio de la resistencia a compresión de cada muestra. (kg/cm²)

σ : Desviacionestándar.



Ecuación 12

Resistencia promedio a compresión

$$f'm = \frac{f'm_1 + f'm_2 + f'm_3 + f'm_4 + f'm_5}{5}$$

Ecuación 13

Desviación estándar σ

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f'm_i - f'm)^2}{n - 1}}$$

Donde:

n = Número de testigos.

Ecuación 14

Coefficiente de Variación (%)

$$C. \text{ Variación} = \left(\frac{\sigma}{f'm} \times 100 \right)$$

Donde:



F'm: promedio de la resistencia a compresión de cada muestra (kg/cm²)

σ : Desviación estándar



Tabla 34

Cálculo de la Resistencia a la Compresión Axial en Pilas de Albañilería sin Curado.

	HOJA DE LABORATORIO										
	TESIS: “INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL ENTRE EL CURADO TRADICIONAL Y EL CURADO CON ADITIVO EN PILAS DE ALBAÑILERÍA, CUSCO - 2019										
Ensayo: Resistencia a la compresión de pilas de albañilería.											
Realizado por: Moises Cabrera Berrocal y Joel Cruz Villalba											
Lugar: Laboratorio de la Universidad Andina del Cusco											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $f'm = \frac{P}{A}$ </div>											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $f'm = \frac{f'm_1 + f'm_2 + f'm_3 + f'm_4 + f'm_5}{5}$ </div>											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Donde:</p> <p>F' m: Resistencia a la compresión (kg/cm²)</p> <p>P: Carga máxima registrada (kg)</p> <p>A: Área de la sección transversal (cm²)</p> </div>											
Datos y Cálculos:											
Nº	Nº Días	Fuerza kgf	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	30 % vacío	Área real (cm ²)	F' m (kg/cm ²)	Factor de corrección	F' m (kg/cm ²)
1	28	12,840.00	23.90	11.90	19.35	284.41	85.32	199.09	64.49	0.89	57.40
2	28	13,520.00	23.80	12.00	19.2	285.60	85.68	199.92	67.63	0.89	60.19
3	28	13,730.00	23.95	11.97	19.1	286.68	86.00	200.68	68.42	0.89	60.89
4	28	12,980.00	23.80	11.89	19.15	282.98	84.89	198.09	65.53	0.89	58.32
5	28	14,110.00	23.95	12.00	19.22	287.40	86.22	201.18	70.14	0.89	62.42
										Promedio	59.84

Nota. En el cuadro se puede observar que se incluye el factor de corrección el cual se calculó interpolando y ese factor calculado es de 0.89 para luego hallar la resistencia a la compresión axial. Fuente propia.



Cálculo de desviación estándar de pilas de albañilería sin curado.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (fm_i - fm)^2}{n-1}}$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x-x^2)}{n}$$

$$\sigma^2 = \left(\frac{(57.4-59.84)^2 + (60.19-59.84)^2 + (60.89-59.84)^2 + (58.32-59.84)^2 + (62.42-59.84)^2}{4} \right)$$

$$\left(\frac{(57.4-59.84)^2 + (60.19-59.84)^2 + (60.89-59.84)^2 + (58.32-59.84)^2 + (62.42-59.84)^2}{4} \right) = 4.04$$

$$\sigma = \sqrt{4.04} = 2.00$$

$$59.84 - 2.00 = 57.84 \text{ Kg/cm}^2$$

Tabla 35

Resumen de Resultados de la Resistencia a la Compresión Axial en Pilas de Albañilería

Sin Curado



Procedimiento Sin Curado		
F'm Promedio	59.84	Kg/cm ²
Desviación estándar	2.00	Kg/cm ²
Coefficiente de variación	3.34	%
F'm Característico	57.84	Kg/cm ²

Esta tabla muestra la resistencia a compresión axial en pilas sin curado, desviación estándar y F'm característico que es 57.84 Kg/cm².



Tabla 36

Cálculo de Compresión Axial en Pilas de Albañilería con Curado Tradicional.

	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> HOJA DE LABORATORIO </div>										
	TESIS: “INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL ENTRE EL CURADO TRADICIONAL Y EL CURADO CON ADITIVO EN PILAS DE ALBAÑILERÍA, CUSCO - 2019										
Ensayo: Resistencia a la compresión de pilas de albañilería.											
Realizado por: Moises Cabrera Berrocal y Joel Cruz Villalba											
Lugar: Laboratorio de la Universidad Andina del Cusco											
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; display: inline-block;"> $f'm = \frac{P}{A}$ </div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; display: inline-block;"> $f'm = \frac{f'm_1 + f'm_2 + f'm_3 + f'm_4 + f'm_5}{5}$ </div>									
<p>Donde:</p> <p>F' m: Resistencia a la compresión (kg/cm²)</p> <p>P: Carga máxima registrada (kg)</p> <p>A: Área de la sección transversal (cm²)</p>											
Datos y Cálculos:											
Nº	Nº Días	Fuerza kgf	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	30 % vacío	Área real (cm ²)	F' m (kg/cm ²)	Factor de corrección	F' m (kg/cm ²)
1	28	14,520.00	23.85	11.93	19.35	284.53	85.36	199.17	72.90	0.9	65.61
2	28	14,920.00	23.85	11.89	19.3	283.58	85.07	198.50	75.16	0.9	67.65
3	28	15,010.00	23.90	11.97	19.12	286.08	85.82	200.26	74.95	0.9	67.46
4	28	15,390.00	23.90	12.00	19.15	286.80	86.04	200.76	76.66	0.9	68.99
5	28	14,490.00	24.00	12.00	19.2	288.00	86.40	201.60	71.88	0.9	64.69
										Promedio	66.88

Nota. En el cuadro se puede observar el factor de corrección, que se calculó interpolando y es igual a 0.90 el cual se utilizó para corregir por esbeltez la resistencia a la compresión axial.

Fuente propia.



$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{m_i} - \bar{f}_m)^2}{n-1}}$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}$$

$$\left(\frac{(65.61 - 66.88)^2 + (67.65 - 66.88)^2 + (67.46 - 66.88)^2 + (68.99 - 66.88)^2 + (64.69 - 66.88)^2}{4} \right) = 2.95$$

$$\sigma = \sqrt{2.95} = 1.72$$

$$66.88 - 1.72 = 65.16 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

Tabla 37

Resumen de Resultados de Resistencia a la Compresión Axial en pilas de Albañilería con Curado Tradicional

Procedimiento Curado tradicional		
F'm Promedio	66.88	Kg/cm ²
Desviación estándar	1.72	Kg/cm ²
Coefficiente de variación	2.57	%
F'm Característico	65.16	Kg/cm ²

Nota. En el cuadro se puede observar la fuerza inherente que es igual a 65.16 Kg/cm².

Fuente propia.



Tabla 38

Cálculo de Compresión Axial en Pilas de Albañilería Curadas con Aditivo.

HOJA DE LABORATORIO

TESIS:

“INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL ENTRE EL CURADO TRADICIONAL Y EL CURADO CON ADITIVO EN PILAS DE ALBAÑILERÍA, CUSCO - 2019

Ensayo: Resistencia a la compresión de pilas de albañilería.

Realizado por: Moises Cabrera Berrocal y Joel Cruz Villalba

Lugar: Laboratorio de la Universidad Andina del Cusco

$$f'm = \frac{P}{A}$$

Donde:

F' m: Resistencia a la compresión (kg/cm2)

P: Carga máxima registrada (kg)

A: Área de la sección transversal (cm2)

$$f'm = \frac{f'm_1 + f'm_2 + f'm_3 + f'm_4 + f'm_5}{5}$$

Datos y Cálculos:

Nº	Nº Días	Fuerza kgf	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm2)	30 % vacío	Área real (cm2)	F' m (kg/cm2)	Factor de corrección	F' m (kg/cm2)
1	28	13,840.00	23.85	11.96	19.40	285.25	85.57	199.67	69.31	0.90	62.45
2	28	14,520.00	23.93	11.86	19.65	283.81	85.14	198.67	73.09	0.90	65.85
3	28	14,730.00	24.00	11.97	19.35	287.28	86.18	201.10	73.25	0.90	66.00
4	28	13,980.00	24.00	12.00	19.45	288.00	86.40	201.60	69.35	0.90	62.48
5	28	15,110.00	23.90	12.00	19.35	286.80	86.04	200.76	75.26	0.90	67.81
										Promedio	64.92

Nota. En el cuadro se puede observar el factor de corrección que se calculó interpolando y es igual a 0.90 el cual se utilizó para corregir por esbeltez la resistencia a la compresión axial. Fuente propia.



$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{m_i} - \bar{f}_m)^2}{n-1}}$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}$$

$$\left(\frac{(62.45-64.92)^2 + (65.85-64.92)^2 + (66.00-64.92)^2 + (62.48-64.92)^2 + (67.81-64.92)^2}{4} \right) = 5.61$$

$$\sigma = \sqrt{5.61} = 2.37$$

$$64.92 - 2.37 = 62.55 \text{ Kg / cm}^2$$

Tabla 39

Resumen de Resultados de Resistencia a la Compresión Axial en pilas de albañilería Curadas con Aditivo

Procedimiento Curado con Aditivo		
f'm Promedio	64.92	Kg/cm ²
Desviación estándar	2.37	Kg/cm ²
Coficiente de variación	3.64	%
F'm Característico	62.55	Kg/cm ²

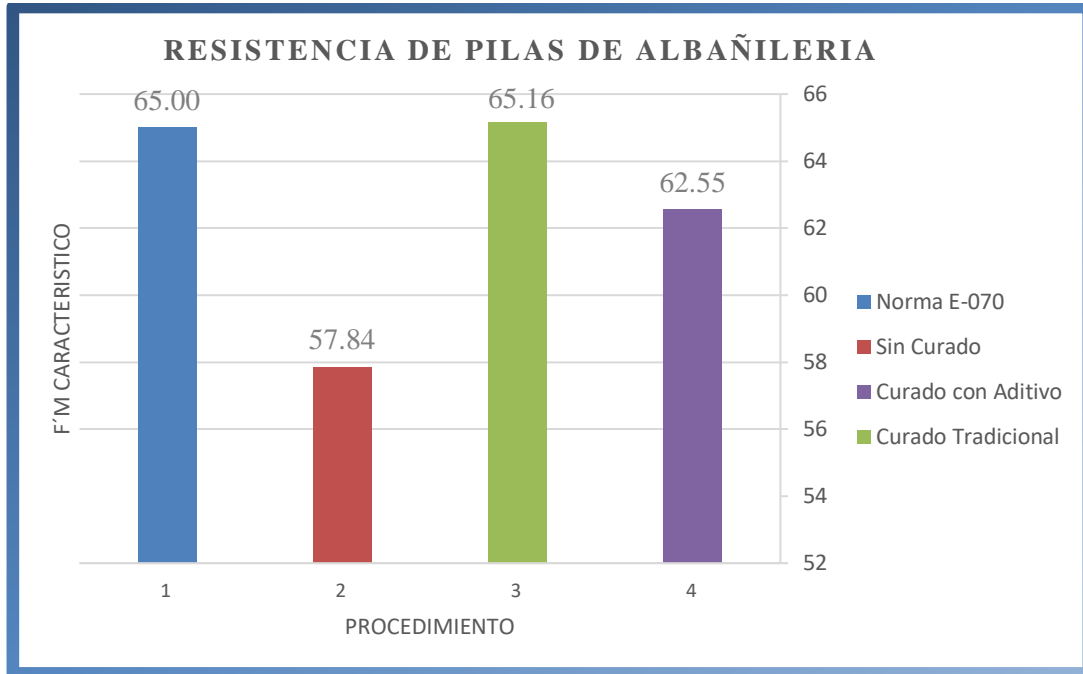
Nota. En la tabla se observa la resistencia característica que es igual a 62.55 Kg/cm².

Fuente propia.

b) Diagramas.

Figura 49

Resultados del Cálculo de Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Albañilería.



Nota. En la figura se observa los resultados de la resistencia a compresión axial de las pilas de albañilería curadas con agua, que es igual a 65.16 kg/cm² y el de las pilas de albañilería curadas con aditivo, que es igual a 62.55 kg/cm², de los resultados obtenidos se concluye que las pilas de albañilería curadas de manera tradicional superan lo especificado por la NTP E-070 la cual exige que sea mayor a 65.00 kg/cm². Fuente propia.

c) **Análisis de la prueba**

De acuerdo a los hallazgos en esta investigación se detecta que las pilas de albañilería sin curado, no llegan a la resistencia exigida por la NTP E-070 por lo cual se recomienda realizar siempre un buen curado.

El curado tradicional en pilas de albañilería, resulto ser el más adecuado según los resultados obtenidos en nuestra investigación, ya que supera los parámetros exigidos por la NTP E-070.



El curado con aditivo en pilas de albañilería, no llega al valor mínimo que exige la NTP E-070 en lo que se refiere a la resistencia a la compresión axial.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Tabla 40

Resumen de Resultados

Procedimiento	Resistencia a compresión axial
Sin curado	57.84 kg/ cm ²
Curado tradicional (agua)	65.16 kg / cm ²
Curado con aditivo	62.55 kg/ cm ²

Nota. En el cuadro se puede observar los resultados finales de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería según el tipo de curado que se empleó, las pilas de albañilería curadas con aditivo no superan la resistencia a compresión axial que exige la NTP E-070, en cambio las pilas de albañilería curadas con agua superan lo exigido por la norma técnica. Fuente propia.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

a) **Contraste de resultados referentes al marco teórico**

1) **¿Los datos obtenidos en la presente investigación guardan similitud con las investigaciones a nivel nacional citadas en el marco teórico?**

Los resultados de este estudio difieren de los hallazgos mencionados en investigaciones previas como antecedentes.



En nuestra investigación se pudo verificar que curando las pilas de albañilería con aditivo no se llega a los parámetros exigidos por la NTP E-070, en cambio las pilas de albañilería curadas con agua superaron los 65 Kg/cm² de resistencia a la compresión axial que nos exige la norma.

En la primera tesis que se tomó como antecedente, se concluyó que la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería curadas con aditivo supera el valor de la resistencia obtenida en las pilas de albañilería curadas con agua, lo cual contradice a los resultados obtenidos en nuestra investigación.

2) ¿Cuál es la clasificación de las unidades de albañilería utilizadas en la presente investigación según su variabilidad dimensional y alabeo?

Previo a la elaboración de las pilas de albañilería se verificó las propiedades físicas como son la variabilidad dimensional y alabeo, con los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que las unidades de albañilería utilizadas para esta investigación son de tipo IV.

Tabla 41

Variación de la Dimensión

Tipo	Variación de la Dimensiones			Alabeo
	Máxima en porcentaje			(Máximo en mm)
I(*)	±8	±6	±4	10
II(*)	±7	±6	±4	8
III(*)	±5	±4	±3	6
IV(*)	±4	±3	±2	4
V(*)	±3	±2	±1	2

Nota. En el cuadro se puede observar que los hallazgos obtenidos en investigaciones anteriores si presentan una similitud sobre las clasificaciones de las unidades de albañilería, Loayza menciona en su evaluación de las ladrilleras del Cusco que si pueden ser empleados adecuadamente en construcciones de albañilería estructural. Dentro de las ladrilleras que cumplen las especificaciones de la NTP E-070 se encuentra la ladrillera Latesa. Tomado de (Norma E.070, 2006)



3) ¿Qué tipo de falla se presentó al realizar las pruebas de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería y esta guarda similitud con los antecedentes tomados como referencia?

Durante la ejecución de nuestro ensayo de resistencia a compresión axial se presentó la falla ideal en nuestras pilas de albañilería asentadas con mortero de 1.00 cm de espesor, en una de las tesis que se tomó como antecedente se menciona que se presentó la falla ideal al ensayar las pilas de albañilería con un espesor de mortero de junta de 1.00 cm, lo cual coincidió con los resultados de nuestra investigación.

La falla ideal es una fisura vertical que atraviesa las unidades y el mortero, generada por fuerzas de tracción ocasionadas por la expansión lateral causada por la compresión aplicada.

4) ¿En comparación con el marco teórico cuales son los resultados obtenidos en la investigación?

Tabla 42

Resistencia Características de la Albañilería Mpa (kg/cm²)

Resistencia Características de la Albañilería Mpa (kg/cm ²)		
Materia Prima	Denominación	Pilas f' m
Arcilla	King Kong Artesanal	3.4(35)
	King Kong Industrial	6.4(65)

Nota. En el cuadro se puede observar la resistencia característica de las pilas de albañilería el cual es igual a 65.00 kg/cm². Tomado de (Norma E.070, 2006)



Tabla 43

Comparación Entre la Norma y los Resultados Obtenidos.

Resistencia a compresión axial NTP E-070	Resistencia a compresión axial curado tradicional	Resistencia a compresión axial curado con aditivo
65.00 kg/cm ²	65.16 kg /cm ²	62.55 kg/cm ²

Nota. Se detecta que la resistencia a la compresión axial exigida por la NTP E-070 que tiene que ser como mínimo 65.00 kg /cm², en nuestra investigación se aplicó los dos métodos de curado.

- Primer método curado tradicional el cual llego a una resistencia de 65.16 kg/cm² y cumple con lo exigido por NTP E-070.
- Segundo método curado con aditivo el cual nos dio una resistencia a compresión de 62.55 kg/cm², el cual no cumple lo exigido por la norma NTP E-070. Fuente propia.

b) Interpretación de los resultados encontrados en la investigación

1) ¿El agregado fino procedente de Cunyac y Vicho en proporción de volumen (8 : 2), utilizado para la elaboración de mortero, cumple los parámetros de la NTP E-070?

Si cumple, según los resultados obtenidos en el laboratorio, el ensayo granulométrico cumple con los parámetros que exige la NTP E-070, obteniéndose un módulo de fineza de 2.168.

2) ¿Las unidades de la ladrillera Latesa cumplen con los parámetros exigidos de la NTP E-070?

Si cumplió con los parámetros que exige la norma técnica peruana, para lo cual se realizaron los ensayos de (variabilidad dimensional, alabeo, succión y absorción), obteniéndose resultados que están dentro de los parámetros exigidos, por cual calificó



como unidad de albañilería tipo IV y pueden ser empleados adecuadamente en construcciones de albañilería estructural.

3) ¿El curado con aditivo cumple con los parámetros exigidos por la NTP E-070?

Tabla 44

Resultados obtenidos de la resistencia a la compresión axial de las pilas.

Resistencia a compresión axial NTP E-070	Resistencia a compresión axial curado tradicional	Resistencia a compresión axial curado con aditivo
65.00 kg/cm ²	65.16 kg /cm ²	62.55 kg/cm ²

Nota. Se puede observar en el cuadro que el curado con aditivo no cumple con los parámetros exigidos por la NTP E-070, donde se muestra que la resistencia a la compresión axial es de 65.00 kg/cm², sin embargo, el curado con aditivo es de 62.55 kg/cm², más al contrario el curado tradicional (agua) nos da una resistencia a la compresión axial de 65.16 kg/cm².

c) Comentario de la demostración de la hipótesis

1. La resistencia a la compresión axial varía significativamente entre el curado tradicional y el curado con aditivo en las pilas de albañilería en la ciudad de Cusco.

No varía significativamente en vista que la resistencia a compresión axial de las pilas de albañilería curadas con agua nos dio como resultado 65.16 kg/cm², y las curadas con aditivo nos dio un resultado de 62.55 kg/cm², lo cual da una diferencia de 2.61 kg/cm², cuyo valor no es significativo.

2. La resistencia a la compresión axial cumple los parámetros de la NTP E-070, con el curado tradicional en pilas de albañilería.



Las pilas de albañilería curadas con agua si cumple con los parámetros de la NTP E-070, la cual exige como mínimo valor de resistencia a compresión axial en pilas de albañilería de 65.00 kg/cm² y el resultado obtenido en nuestra investigación fue de 65.16 kg/cm², el cual supera lo especificado por la norma.

3. La resistencia a la compresión axial cumple los parámetros de la NTP E-070 con el curado con aditivo en pilas de albañilería.

Las pilas de albañilería curadas con aditivo no cumplen con los parámetros de la NTP E-070, la cual exige como mínimo valor de resistencia a compresión axial en pilas de albañilería de 65.00 kg/cm² y el resultado obtenido en nuestra investigación fue de 62.55 kg/cm², el cual no supera lo especificado por la norma.

4. La resistencia a la compresión axial cumple los parámetros de la norma E-070 en las pilas de albañilería sin curado.

Las pilas de albañilería sin curado no cumplen con los parámetros de la NTP E-070, la cual exige como mínimo valor de resistencia a compresión axial en pilas de albañilería de 65.00 kg/cm² y el resultado obtenido en nuestra investigación fue de 57.84 kg/cm², el cual no supera lo especificado por la norma.

d) Aporte de la investigación

1) ¿Los resultados obtenidos en la investigación que aporta hacia la sociedad?

Los aportes generados tras la interpretación de los resultados son múltiples para el consumidor y para el fabricante.

Las unidades de albañilería fabricadas por la ladrillera Latesa cumplen con los parámetros que pide la NTP E-070 los cuales si pueden ser empleados adecuadamente en construcciones de albañilería estructural.

Que antes de utilizar un aditivo se debería realizar pruebas para estar seguro si cumple o no con los parámetros que exige la norma.



La investigación demuestra que el curado con aditivo no llega al mínimo requerido por la NTP E - 070 el cual es 65.00 kg/cm² y en los ensayos de laboratorio solo se llegó a una resistencia de 62.55 kg/cm².

El tipo de curado con agua es el recomendado, ya que según los resultados de nuestra investigación este tipo de curado supera los parámetros exigidos por la NTP E-070 en lo que a resistencia a compresión axial en pilas de albañilería se refiere.

e) Incorporación de temas nuevos

Realizar investigaciones en curado de concreto para determinar qué tipo de aditivo demuestra mayor eficiencia en nuestra ciudad considerando el clima y geografía que esta presenta.

GLOSARIO

1. **Agregado fino:** Sustancia resultante de la descomposición natural o inducida de partículas, cuyo tamaño se ajusta a las especificaciones técnicas pertinentes. Por lo general, atraviesa el tamiz N° 4 (4,75 mm) y contiene partículas finas.

2. **Agregado grueso:** Sustancia derivada de la desintegración natural o inducida de partículas, cuyo tamaño está definido por las especificaciones técnicas aplicables. Normalmente se retiene en el tamiz N° 4 (4,75 mm)

3. **Alabeo:** Se refiere a la curvatura, ya sea cóncava o convexa, del ladrillo que resulta en un aumento del grosor de la junta; es la alteración en la forma de la sección transversal de la unidad de albañilería

4. **Albañilería:** Método constructivo de estructuras mediante la unión y fijación de objetos individuales utilizando mortero u otros materiales que pueden endurecerse.

5. **Aparejo:** En el ámbito de la edificación, se describe como la disposición de un grupo de unidades con el propósito de constituir una entidad completa, como sucede en el ensamblaje de unidades para formar un elemento de albañilería.



6. Arena: Fragmentos de roca que atraviesan el tamiz N° 4 (4,75 mm) y son capturados por el tamiz N° 200.

7. Arcillas: Partículas de pequeño tamaño, con un diámetro de grano inferior a $2 \mu\text{m}$ (0,002 mm), originadas a partir de procesos de alteración física y química de rocas y minerales.

8. Área bruta: Es la superficie completa de la cara de asentamiento de la unidad de albañilería, sin excluir el área correspondiente a las perforaciones que atraviesan de manera transversal dicha superficie.

9. Canto: En un muro construido con el patrón de aparejo llamado sogá, se hace referencia al "canto" como la cara visible.

10. Cemento: Es un producto resultante de la molienda del clínker con la posible incorporación de yeso natural.

11. Cemento Portland Tipo I: Para uso general en la construcción, donde no se requiere que tenga propiedades especiales.

12. Coeficiente: Expresión numérica que representa el valor de una modificación en relación con las circunstancias en las que ocurre.

13. Concavidad: Es la porción que guarda similitud con la región interna de una circunferencia o una esfera, es decir, presenta la sección cóncava orientada hacia el observador.

14. Convexidad: Exhibe una configuración circular semejante a una esfera o circunferencia, con una forma curva que es más pronunciada en el centro que en los extremos, cuando se observa desde una perspectiva específica.

15. Confitillo: También conocido como gravilla, tiene un tamaño que va desde 3/8" a 5/8", utilizado especialmente en concretos expuestos.



16. Construcción: Realización de proyectos con dimensiones geométricas que cumplen con las normativas actuales de diseño y construcción.

17. Cuarteo: Técnica de muestreo típica utilizada en la ejecución de pruebas de suelos.

18. Curado: Consiste en preservar niveles apropiados de humedad y temperatura en el concreto durante las primeras etapas de su desarrollo, con la finalidad de lograr una resistencia adecuada.

19. Desviación estándar: Se trata de un valor numérico que indica la amplitud de distribución de un conjunto de datos. A medida que la desviación estándar aumenta, también lo hace la dispersión dentro de la población.

20. Ensayo de compresión: Prueba destinada a evaluar la resistencia de un material o su capacidad de deformación frente a fuerzas de compresión.

21. Esbeltez: Es la proporción que existe entre la altura y el ancho de la base.

22. Extrusión: Es una técnica empleada en la fabricación de objetos con una sección transversal específica y constante. Consiste en impulsar o expulsar el material a través de un troquel con la forma deseada.

23. Falla dúctil: Se refiere al tipo de fractura que se produce en materiales con una notable capacidad de deformación. Antes de que ocurra, se observa una elongación del material y una disminución en su área transversal.

24. Fraguado: Proceso de incremento en la rigidez y pérdida de la capacidad de deformación de ciertas mezclas empleadas en construcción, como el concreto o mortero.

25. Fisura: Fractura de pequeñas dimensiones, originada por diversos factores, con un ancho que no supera los 3 milímetros.



26. Junta: Separación establecida entre dos partes contiguas de una obra, para permitir su expansión o retracción por causa de las temperaturas ambientes.

27. Mortero: Combinación de diferentes elementos, como cal, yeso, cemento, arena y agua, utilizada en la edificación para adherir ladrillos y recubrir muros, pudiendo o no desempeñar una función estructural.

28. Muestreo: Examen de características y aplicaciones óptimas de suelos, materiales, asfalto, agua, entre otros, con el propósito de determinar su uso más adecuado y eficiente.

29. Muro: Estructura destinada a garantizar la estabilidad de los elementos que constituye la vía, según su función, se denominan: de contención, sostenimiento, encauzamiento y otros.

30. Pila de albañilería: Son estructuras formadas por dos o más filas de unidades completas, dispuestas una sobre otra en una misma orientación.

31. Resistencia característica a compresión axial: El resultado obtenido al restar la desviación estándar del promedio de un conjunto de valores de resistencia a la compresión axial.

32. Tamiz: Instrumento empleado para clasificar las partículas finas de las gruesas, compuesto por una malla metálica o rejilla densa sujeta a un marco.



CONCLUSIONES

Conclusión N° 1

Hipótesis general “La resistencia a la compresión axial varía significativamente entre el curado tradicional y el curado con aditivo en las pilas de albañilería en la ciudad de Cusco.”

En los hallazgos obtenidos en nuestra investigación se observa una diferencia de 2.61 kg/cm², entre la resistencia a compresión axial de las pilas de albañilería curadas con agua y las pilas de albañilería curadas con aditivo.

Este resultado no representa una diferencia significativa.

Conclusión N° 2

Sub hipótesis N° 1 “La resistencia a la compresión axial cumple los parámetros de la NTP E-070, con el curado tradicional en las pilas de albañilería”.

Sí cumple, porque la NTP E-070 indica que la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería tiene que ser mayor a 65.00 kg/cm². En el presente trabajo de investigación la resistencia a compresión axial de las pilas de albañilería curadas con agua dieron como resultado 65.16 kg/cm², el cual supera lo especificado por la norma técnica.

Conclusión N° 3

Sub hipótesis N° 2 “La resistencia a la compresión axial cumple los parámetros de la NTP E-070 con el curado con aditivo en las pilas de albañilería.”

No cumple con los parámetros, porque la NTP E-070 indica que la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería tiene que ser mayor a 65.00 kg/cm² y en el presente trabajo de investigación se puede observar que la resistencia a compresión axial para pilas de albañilería curadas con aditivo dio como resultado 62.55 kg/cm², lo cual es inferior a lo especificado en la norma.



Conclusión N° 4

Sub hipótesis N° 3 “La resistencia a la compresión axial cumple los parámetros de la NTP E-070 en las pilas de albañilería sin curado”

No cumple con los parámetros, porque la NTP E-070 indica que la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería tiene que ser mayor a 65.00 kg/cm² y en la presente investigación se tiene como resultado que la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería sin curado fue 57.84 kg/cm², el cual es inferior a lo especificado por la norma técnica.



RECOMENDACIONES

1. En base a los resultados obtenidos en nuestra investigación recomendamos curar con agua los muros de albañilería, pues este método de curado mostro mayor eficiencia al someter nuestras pilas al ensayo de resistencia a la compresión axial superando los parámetros exigidos por la NTP E-070.
2. Se recomienda que, al realizar el curado con agua en obra, se debe cumplir los siete días que establece la norma para obtener una resistencia optima. Ya que el curado es la herramienta más económica y eficaz para garantizar una obra durable resistente y libre de grietas.
3. Se recomienda, realizar más investigaciones de curado en concreto con Sika Cem curador para poder comprobar si dicho producto cumple con las especificaciones del fabricante, bajo las condiciones climáticas y geográficas que presenta nuestra ciudad.
4. Se recomienda realizar estudios similares o complementarios a esta investigación. Utilizando otros métodos de curado para así poder determinar que método muestra mayor eficiencia y cumple con los parámetros establecidos por NTP.
5. Se recomienda realizar la investigación de costo – beneficio, entre el curado tradicional en comparación a otros métodos de curado, de acuerdo a las características o tipo de edificación.



REFERENCIAS

- Cabrera Berrocal, M. (2015). *Evaluacion de la resistencia a compresion axial de pilas Elaboradas con unidades de albañileria de tipo King Kong de 18 huecos en funcion al alabeo variacion dimensional y en el espesor de la Junta de Las ladrilleras de San Jeronimo - Cusco.*
- Construmatica. (2014). www.construmatica.com. Obtenido de www.construmatica.com/construpedia/Morteros
- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañileria Estructural*. Lima: Fondo Editorial.
- Hernandez, F., & Baptista. (2003). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: IMP.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2010). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: Interamericana Editores S.A DE C.V.
- Horna Hernández, M. V. (2015). *Influencia del tipo de curado en la resistencia a la compresión axial de la albañilería*. Cajamarca.
- Loayza Fernández Baca, L. C. (2013). *Evaluación de los parametros de resistencia de los ladrillos fabricados en la Ciudad del Cusco.*
- Merly, Q. A. (2016). Determinacion de las propiedades fisico mecanicas de las unidades de albañileria elaboradas con residuos solidos de ladrilleras artesanales , arena de la Cantera de Cunyac y Cemento Portland Tipo IP. Cusco.
- Norma E.070. (2006). *Norma Tecnica de Edificaciones E.070 Albañileria*. Lima: Comité Tecnico de la Norma.
- Norma Tecnica Peruana 399.605. (2003). *Unidades de Albañileria.Metodo de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería*. Lima.
- NTP 334.051. (2006). *Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la compresion de morteros de cemento portland usando especimenes cubicos de (50 mm) de largo*. Lima: Sencico.



- NTP 399.604. (2003). *Unidades de albañilería método para la determinación de absorción*.
Lima: comisión de reglamentos técnicos y comerciales.
- NTP 399.605. (2003). *Unidades de albanilería. método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albanilería*. Lima: comisión de reglamentos técnicos y comerciales.
- NTP 399.607. (2013). *Unidades de albañilería especificación normalizada de agregados para mortero de albañilería*. Lima: comisión de reglamentos técnicos y comerciales .
- NTP 399.610. (2003). *Unidades de albañilería especificación normalizada para morteros*.
Lima: comisión de reglamentos técnicos y comerciales.
- NTP.399.613. (2003). *Unidades de albañilería método para la determinación del alabeo*.
Lima: comisión de reglamentos técnicos y comerciales.
- Oré Torres, J. (2014). *Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la Construcción - SENCICO*. Lima: Cartolan Editores SRL.
- San Bartolome, A. (1994). *Construcciones de Albañilería*. Lima: Fondo Editorial.
- Sencico. (11 de 12 de 2011). *Tipos de Aditivo para Concreto*. Obtenido de civilgeeks.com:
<https://civilgeeks.com/2011/12/11/tipos-de-aditivos-para-concreto/>
- Solis Carcaño, R., & Moreno, E. (2005). Influencia del curado húmedo en la resistencia a compresión del concreto en clima cálido subhúmedo. *Ingeniería*, vol. 9, núm. 3, septiembre-diciembre, 2005, 5-17.
- Yura. (06 de 08 de 2019). *Blog de la construcción*. Obtenido de Curado del concreto (Primera parte): <https://www.yura.com.pe/blog/curado-del-concreto-primera-parte/>



ANEXOS



Materiales utilizados para la construcción de pilas de albañilería.



Materiales:

Brocha
Guantes
plomada
Regla
Batea
Pala
Badilejo
Espátula
Nivel de mano.



Saturación de unidades de albañilería 15 horas antes de su construcción.

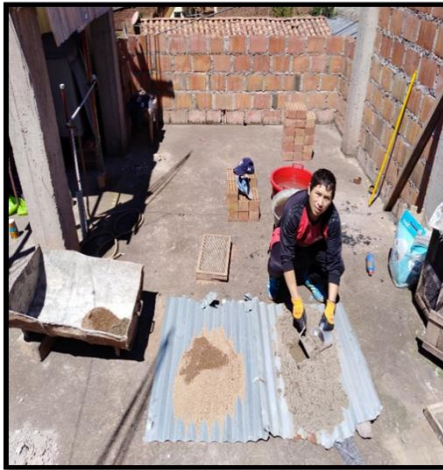


Saturación de unidades de albañilería 15 horas antes de su construcción.



Agregado fino para la preparación del mortero.





Agregado fino de las canteras de Cunyac y Vicho.



Dosificación de agregado fino para la preparación del mortero.



Dosificación de agregado fino entre las canteras de Cunyac y vicho.



Habilitación de área para la dosificación de la arena gruesa.



Mezcla entre agregado fino y cemento Portland IP



Mezcla entre agregado fino, cemento Portland tipo IP y agua para la dosificación 1:4



Proceso de dosificación
de mezcla del agregado
fino con el cemento.



Habilitación de las
unidades de albañilería
Para la construcción de
las pilas.



Limpieza de unidades de albañilería para el armado de las pilas.



Construcción de pilas de albañilería.



Armado de las pilas de albañilería.



Construcción de pilas de albañilería en donde se aprecia la aplicación del material adherente, como es el mortero y tiene un espesor de 1 cm.



Construcción de pilas de albañilería.



En esta imagen se muestra la comprobación del mortero que es 1 cm de espesor



En esta imagen se muestra las pilas construidas las cuales no tendrán curado.



En esta imagen se muestra las pilas construidas las cuales se curaron con aditivo



En esta imagen se muestra las pilas construidas las cuales serán curadas con agua



Curado de pilas de albañilería con agua



En esta imagen se muestra el aditivo utilizado para el curado de las pilas de albañilería.



Aplicación del aditivo a
las pilas de albañilería



Aplicación del aditivo a
las pilas de albañilería



En esta imagen se
muestra las pilas
curadas.



Pilas listas para su prueba a la resistencia a la compresión axial a los 28 días de su construcción.



Pilas listas para su prueba a los 28 días de su construcción



Toma de datos en el laboratorio de la universidad midiendo la altura de las pilas de albañilería.



Toma de datos en el laboratorio de la universidad midiendo la altura de las pilas de albañilería.



Inicio de toma de datos de la resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería.



Rotura del primer espécimen el cual no se curó, está construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.



Rotura del segundo espécimen el cual no se curó, está construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.



Rotura del tercer espécimen el cual no se curó, construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.



Rotura del cuarto espécimen el cual no se curó, está construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.



Rotura de las pilas de albañilería.



Rotura del quinto espécimen el cual no se curó, está construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.



Curado tradicional

Rotura del primer espécimen el cual se curó con agua, está construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.



Curado tradicional

Rotura del segundo espécimen el cual se curó con agua, está construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.

Curado tradicional

Rotura del tercer espécimen el cual se curó con agua, está



Construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.



Curado tradicional

Rotura del cuarto espécimen el cual se curó con agua, está construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.





Rotura del quinto espécimen el cual se curó con agua, está construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.



Curado tradicional

Rotura del quinto espécimen el cual se curó con agua, está construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.



Curado con aditivo

Rotura del primer espécimen el cual se curó con aditivo, está construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.



Curado con aditivo

Rotura del segundo espécimen el cual se curó con aditivo, está construida con dos unidades de albañilería y



Curado con aditivo

Rotura del tercer espécimen el cual se curó con aditivo, está construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.

Curado con aditivo

Rotura del cuarto espécimen el cual se curó con aditivo, está construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.



Curado con aditivo

Rotura del quinto espécimen el cual se curó con aditivo, está construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.

Curado con aditivo

Rotura del quinto espécimen el cual se curó con aditivo, está construida con dos unidades de albañilería y un espesor de mortero de 1 cm.



En esta imagen se muestra las pilas una vez realizadas las pruebas de resistencia a la compresión.



En esta imagen se aprecia la presencia de la ingeniería que presencio las pruebas de la resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería.