



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**INFLUENCIA DEL PERÍODO DE INMERSIÓN AL AGUA EN LA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUROS DE
ALBAÑILERÍA, CONSTRUIDOS CON LADRILLO INDUSTRIAL
Y ARTESANAL**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.

PRESENTADA POR

**HERNANDEZ VALER, FRANZ JOSEPH
SOTOMAYOR HIDALGO, FRANCK WILLIAMS**

LIMA – PERÚ

2018

El presente trabajo está dedicado con todo amor y cariño a mis padres Concepción Hernandez Cuba y María Valer Huaquisto, a mis hermanos, Paola, Katherin y Renzo, a mis amigos y futuros colegas de trabajo. A todos ustedes quienes hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis objetivos, por motivarme a seguir adelante cuando sentía que el camino terminaba, a ustedes con todo mi amor y agradecimiento

El presente trabajo está dedicado a mi familia, es especial a mis padres Zaida y Francisco, a mis hermanos Zaida, Rubí y Ángel, por el apoyo incansable en todo el transcurso de mi formación profesional y personal. A mis abuelos Carlos Francisco Sotomayor Cavalier y Esperanza Paredes Huaita, quienes descansan en la gloria del Señor, y añoraron siempre verme alcanzar esta meta.

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo identificar de manera práctica la influencia del periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión (f'm) de muros de albañilería construidos con ladrillo industrial y artesanal. Este desarrollo propone simular la inundación de estructuras de albañilería producidas por lluvias constantes, huaicos o cualquier otro suceso que produzca alta humedad en las estructuras, sin considerar el impacto mecánico, la influencia del suelo y composición química del agua.

Este proyecto se desarrolló en base a tres tipos de ladrillo, según el uso en la localidad de Huarmey, ubicada en la zona costa de la región Ancash, estos son el ladrillo King Kong 18 huecos, pandereta y ladrillos de concreto, este ultimo de procedencia artesanal. Para el caso del ladrillo King Kong se utilizaron dos marcas, barbadillo y pirámide. Para ello se seleccionaron 60 unidades de albañilería de cada tipo, 10 de ellas para ejecutar ensayos de unidad y 50 para la elaboración de pilas. Se respetó el tiempo de secado de las mismas de 21 días, considerado en la norma E-070, con un factor de aproximación a 28 días de 1.00. Luego de este periodo y con la finalidad de tener una resistencia de referencia, se realizó el ensayo, a compresión axial, de tres muestras por cada tipo. Luego del periodo secado de 28 días, se sumergieron en agua 9 muestras, por cada tipo, las cuales fueron ensayadas a compresión axial en los periodos de 3 días, 7 días y 14 días.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se confirma que la resistencia a la compresión de muros de albañilería inmersos en agua durante un periodo de 3, 7 y 14 días, disminuye en 17.12%, 27.19% y 30.39% respectivamente para el ladrillo King Kong barbadillo; 9.16%, 15.01% y 17.12% respectivamente para el ladrillo King Kong pirámide; 12.27%, 18.86% y 28.75% respectivamente para el ladrillo pandereta; 4.57%, 6.22% y 12.09% respectivamente para el ladrillo de concreto.

Palabras claves: Ladrillo, inmersión, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to identify in a practical way the influence of the water immersion period on the resistance to compression (f_m) of masonry walls built with industrial and artisanal brick. This development proposes to simulate the flooding of masonry structures produced by constant rains, huacos or any other event that produces high humidity in the structures, without considering the mechanical impact, the influence of the soil and chemical composition of the water.

This project was developed based on three types of brick, according to the use in the town of Huarmey, located in the coastal area of the Ancash region, these are King Kong brick 18 holes, tambourine and concrete bricks, the latter of origin artisanal. In the case of the King Kong brick, two brands, barbadillo and pyramid were used. For this purpose, 60 masonry units of each type were selected, 10 of them to carry out unit tests and 50 for the production of batteries. The drying time of the same ones of 21 days was respected, considered in the norm E-070, with a factor of approach to 28 days of 1.00. After this period and in order to have a reference resistance, the test was performed, axial compression, of three samples for each type. After the drying period of 28 days, 9 samples were submerged in water, for each type, which were tested by axial compression in the periods of 3 days, 7 days and 14 days.

According to the results obtained, it is confirmed that the resistance to compression of masonry walls immersed in water during a period of 3, 7 and 14 days, decreases by 17.12%, 27.19% and 30.39% respectively for the King Kong brick Barbadillo; 9.16%, 15.01% and 17.12% respectively for the King Kong brick pyramid; 12.27%, 18.86% and 28.75% respectively for the tambourine brick; 4.57%, 6.22% and 12.09% respectively for the concrete brick.

Keywords: Brick, immersion, compression resistance

INTRODUCCION

En el transcurso de los años, el campo de la construcción ha ido evolucionando de manera favorable debido a los nuevos sistemas que satisfacen las necesidades de toda obra civil. Una parte fundamental de toda estructura es su alta resistencia, logrando con ello darle seguridad a la ciudadanía. Sin embargo, la construcción informal ha generado una gran vulnerabilidad.

La ley de la oferta y la demanda, acompañado de la carencia económica de la mayoría de la población, ha generado que las edificaciones sean construidas con materiales no certificados y peor aún, sin la supervisión de un especialista. Dichas construcciones son realizadas con los materiales indebidos como es el caso de ladrillo pandereta cuya función es ser utilizado como tabiquería, pero debido a la carencia de conocimiento y al menor costo en comparación a los ladrillos estructurales como el King Kong 18 huecos, lo utilizan, considerando que cumple la misma función, cosa que no es cierto.

A consecuencia del fenómeno El Niño 2017, viviendas de muchas de ciudades del Perú, terminaron sumergidas bajo el agua durante un periodo de dos semanas, debido a la informalidad en la construcción y a la baja calidad de los materiales utilizados, no se sabe hasta ahora cual fue el impacto real de este desastre natural.

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad demostrar que los muros de albañilería, al estar inmersos en agua, disminuyen su resistencia a la compresión, dando a conocer, con ello, el posible estado de las viviendas.

En el primer capítulo, se desarrolla la situación problemática, la formulación del problema, los objetivos de estudio, la justificación e importancia, los alcances y limitaciones, y por último la viabilidad de la investigación.

En el segundo capítulo, se desarrolló el marco teórico en el que se describen los antecedentes de la investigación y las bases teóricas que brindan las respectivas Normas Técnicas Peruanas, seguido por la presentación de la hipótesis planteada.

En el tercer capítulo, se esclarece la metodología, donde se mencionó el diseño, tipo, nivel, población y muestra de la investigación.

En el cuarto capítulo, se presentan los resultados de la investigación, el contraste de las hipótesis planteadas y el análisis e interpretación de resultados, la descripción y aplicación del caso.

En el quinto capítulo, se esbozan las discusiones partiendo de los resultados obtenidos durante la etapa de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCION	vi
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Situación problemática	13
1.2. Formulación del problema	24
1.3. Objetivos	25
1.4. Justificación e importancia de la investigación	26
1.5. Alcances y limitaciones	
1.6. Viabilidad de la investigación	27
CAPITULO II. MARCO TEORICO	
2.1. Antecedentes de la Investigación	28
2.2. Bases teóricas	32
2.3. Marco conceptual	33
2.4. Hipótesis	43
CAPITULO III. METODOLOGÍA	
3.1 Diseño metodológico	44
3.2 Población y muestra	
3.3 Instrumentos de recolección de datos	45
3.4 Técnicas de investigación (Procedimiento)	
CAPITULO IV. DESARROLLO	
4.1 Proceso de trabajo	46
CAPITULO V. RESULTADOS	69
CAPITULO VI. DISCUSIÓN	
2.1. Contrastación de la hipótesis	83
2.2. Discusiones	86
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	95
ANEXOS	97
FUENTES DE CONSULTA	158

ÍNDICE DE GRÁFICOS

FIGURAS

	Página
Figura 1. Gráfico representativo del Fenómeno El Niño en el Perú	14
Figura 2. Mapa Representarivo de Anomalías Sea Surface Temperature (Temperatura en la superficie del mar)	14
Figura 3. Calle Dos de Mayo – Ciudad de Huarmey.....	15
Figura 4. Viviendas afectadas por inundaciones.....	16
Figura 5. Interior de las viviendas afectadas.....	16
Figura 6. Sector Nery después de dos semanas de la primera inundación .	17
Figura 7. Viviendas de adobe colapsaron.....	18
Figura 8. Viviendas de albañilería reparadas.....	18
Figura 9. Efectos después de la reparación.....	19
Figura 10. Week centered	21
Figura 11. Diagrama de espinas de pescado.....	23
Figura 12. Ladrillos de arcilla y de concreto utilizados.....	46
Figura 13. Proceso de secado en horno.	49
Figura 14. Enfriamiento y pesado de unidades.....	50
Figura 15. Inmersión al agua de las muestras	50
Figura 16. Peso de unidades sumergidas.....	51
Figura 17. Verificación del nivel de la bandeja.....	52
Figura 18. Ensayo de succión	53
Figura 19. Proceso de cortado de las unidades.....	54
Figura 20. Inmersión de medias unidades	55
Figura 21. Lavado de la muestra de arena gruesa	56
Figura 22. Proceso de secado y pesado de la muestra de arena	57
Figura 23. Tamizado de la muestra.....	58
Figura 24. Peso de cemento y arena gruesa	60
Figura 25. Elaboración de testigos de mortero	60
Figura 26. Rotura de muestras de mortero	61
Figura 27. Elaboración de pilas	63
Figura 28. Pilas elaboradas.....	64

	Página
Figura 29. Proceso de curado de pilas.....	65
Figura 30. Inmersión de pilas	66
Figura 31. Ensayos de compresión de pilas secas	67
Figura 32. Ensayo de concreción de pilas húmedas	68
Figura 33. Gráfico de absorción	86
Figura 34. Gráfico de succión.....	87
Figura 35. Gráfico comparativo unidad seca y unidad húmeda.....	88
Figura 36. Gráfico comparativo entre unidad y pila	89
Figura 37. Gráficos de resultados para ladrillo kk Barbadillo.....	90
Figura 38. Gráficos de resultados para ladrillo kk Pirámide.....	91
Figura 39. Gráficos de resultados para ladrillo Pandereta Pirámide	92
Figura 40. Gráficos de resultados para ladrillo de concreto.....	93

TABLAS

	Página
Tabla 1. Departamentos declarados en Emergencia por El Niño Costero... 19	19
Tabla 2. Departamento de Ancash: viviendas particulares con ocupantes, por material predominante en las paredes de la cara exterior de la vivienda, según provincia. 20	20
Tabla 3. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales 34	34
Tabla 4. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales 36	36
Tabla 5. Resistencia Características de la Albañilería 37	37
Tabla 6. Granulometría de arena gruesa 40	40
Tabla 7. Dimensiones de ladrillos para ensayos de absorción y succión..... 48	48
Tabla 8. Dimensiones de ladrillos para ensayo de compresión..... 48	48
Tabla 9. Tipos de mortero..... 55	55
Tabla 10. Porcentajes retenidos en cada malla 57	57
Tabla 11. Granulometría de arena gruesa 58	58
Tabla 12. Resistencia a la compresión según espesor de junta..... 63	63
Tabla 13. Factores de incremento por edad 65	65
Tabla 14. Resultado ensayos de absorción 69	69
Tabla 15. Áreas de contacto para ensayo de succión 70	70
Tabla 16. Resultado ensayos de succión..... 71	71
Tabla 17. Dimensiones para ensayo de unidad seca 72	72
Tabla 18. Resultados de ensayo de unidad seca 73	73
Tabla 19. Dimensiones para ensayo de unidad húmeda..... 74	74
Tabla 20. Resultados de ensayo de unidad húmeda..... 75	75

	PÁGINA
Tabla 21. Comparación entre unidad seca y unidad húmeda.....	76
Tabla 22. Dimensiones para ensayo de pilas secas	77
Tabla 23. Resultados de ensayo de pilas secas	77
Tabla 24. Dimensiones para ensayo de pilas con 3 días de inmersión.....	78
Tabla 25. Resultados de ensayo de pilas con 3 días de inmersión.....	78
Tabla 26. Dimensiones para ensayo de pilas con 7 días de inmersión.....	79
Tabla 27. Resultados de ensayo de pilas con 7 días de inmersión.....	79
Tabla 28. Dimensiones para ensayo de pilas con 14 días de inmersión.....	80
Tabla 29. Resultados de ensayo de pilas con 14 días de inmersión.....	80
Tabla 30. Relación unidad - pila	81
Tabla 31. Relación en función a periodos de inmersión	82
Tabla 32. Relación en función a periodos de inmersión	83

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

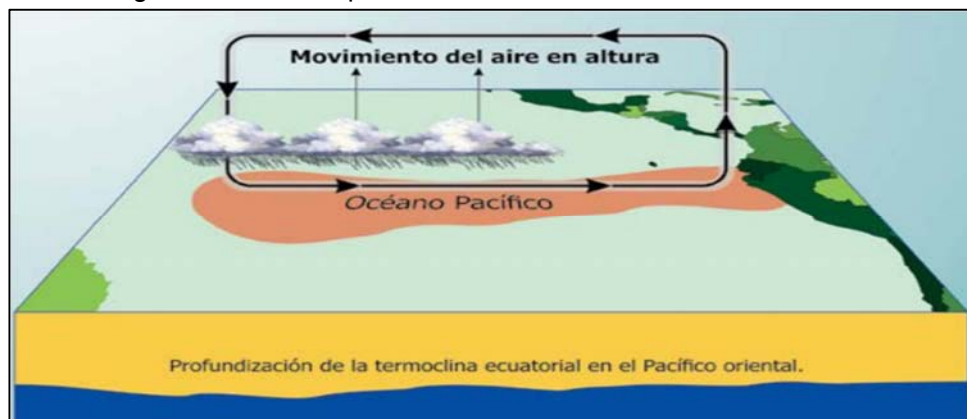
El fenómeno climatológico “El Niño”, comúnmente conocido debido a la época en la que se produce (diciembre), es un calentamiento de la superficie del océano pacífico que afecta a Sudamérica, sureste asiático y Australia.

El significado del fenómeno El Niño ha ido variando con el avance del tiempo, por ejemplo, en el Perú y Ecuador, se denomina “El Niño” a la elevación de temperatura de la superficie del mar en el litoral de la costa oeste de Sudamérica produciendo lluvias intensas.

A nivel mundial se ven afectados la mayoría de los países debido al cambio climático que sufren, la India y Estados Unidos son algunos de ellos. También se encuentra el Perú, donde las aguas cálidas que viajan desde Australia entran a playas peruanas por el norte (Piura), extendiéndose a lo largo de todo el litoral peruano provocando con ello el calentamiento de las aguas del mar, que usualmente son frías en las estaciones de otoño e invierno, generando un aumento de temperatura del aire.

En la figura 1 se muestra el movimiento del viento proveniente de Australia e Indonesia, lo que provoca con ello el movimiento de sus aguas cálidas, dirigiéndolas a la corriente peruana, la cual está compuesta por agua fría. Una vez que se encuentran, provocan evaporación del mismo formando nubes cargadas con lluvia.

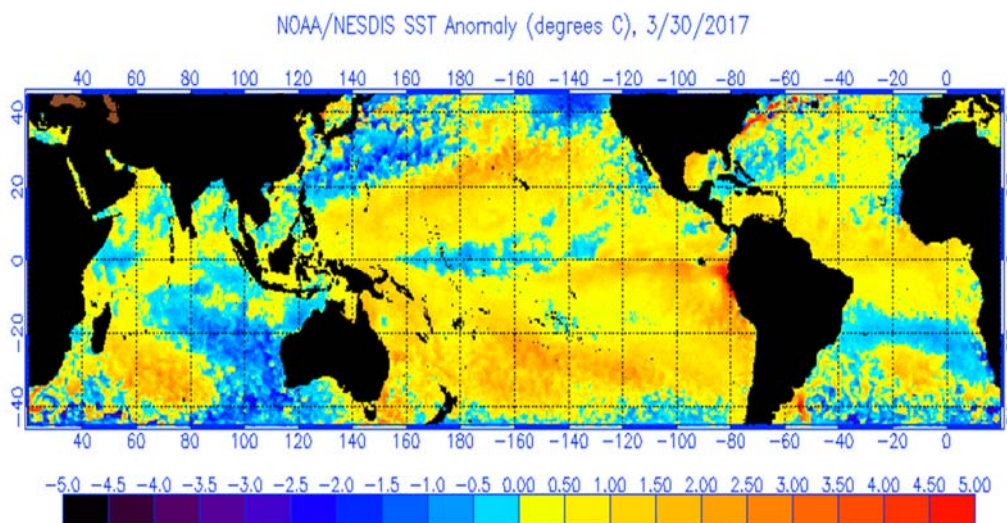
Figura 1. Gráfico representativo del Fenómeno El Niño en el Perú



Fuente: Senamhi, 2014

En la figura 2, según la Agencia Científica del Departamento de Comercio de los Estados Unidos NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica), se muestra como en la fecha 30 de marzo del 2017, las aguas del mar peruano se fueron tornando de un color rojo, que significa la elevación de temperatura, lo que produce su evaporización, y como consecuencia de ello lluvias intensas.

Figura 2. Mapa Representativo de Anomalias Sea Surface Temperature (Temperatura en la superficie del mar)



Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration (2017)

Como se recuerda, en marzo del año pasado, el Perú vivió sus días más dramáticos durante los últimos 20 años. Las lluvias y huaicos producidos por el fenómeno El Niño, había inundado varias localidades del país, cobrando más de 100 víctimas y dejando más de un millón de damnificados.

Un fenómeno así no ocurría desde hacía 20 años, comparándolo con el último producido en los años 97 y 98. Así que nadie se encontraba preparado.

“El Niño” trajo consigo desgracia para muchas familias que perdieron sus bienes materiales y en muchos casos sus viviendas, al producirse el colapso de las mismas

El Perú se encuentra vulnerable ante eventos de lluvias extremas producidas por este fenómeno. Queda como evidencia de ello la magnitud de pérdidas económicas y humanas que implicó eventos de este tipo como El Niño de 1982, 1983 y El Niño de 1997, 1998, ahora en el año 2017.

La ciudad de Huarney, ubicada en la zona costa de la Región Ancash es una de las ciudades más afectadas del país en ese año, comenzando su calvario el 15 de marzo del 2017, donde a consecuencia del desborde del rio Huarney, ubicado en el sector los Árabes, las aguas inundaron gran parte de la ciudad, alcanzando 1.5 metros de espejo de agua y permaneciendo sumergida durante más de dos semanas.

A continuación se muestran imágenes de lo sucedido en la ciudad.

Figura 3. Calle Dos de Mayo – Ciudad de Huarney



Elaboración: Los autores

Figura 4. Viviendas afectadas por inundaciones.



Elaboración: Los autores

Figura 5. Interior de las viviendas afectadas



Elaboración: Los autores

Uno de los sectores más afectados de esta ciudad fue el Sector Nery, en La figura 6 se muestra el lugar a dos semanas de la primera inundación, se puede observar que el agua ya está contaminada, por la basura y el colapso de las redes de desagüe; al fondo se ve una motobomba succionando el agua que no ha podido drenar de manera natural.

Figura 6. Sector Nery después de dos semanas de la primera inundación



Elaboración: Los autores

Como consecuencia de estas inundaciones las casas de adobe y estera colapsaron (véase la figura 7). La población permaneció paralizada durante más de dos semanas, en las que las viviendas continuaban sumergidas, sin poder drenar rápidamente el agua que ya había adquirido un color y olor repugnante. Por suerte las viviendas de albañilería no colapsaron, éstas fueron reparadas con el reemplazo del tarrajeo, como se muestra en la figura 8.

Figura 7. Viviendas de adobe colapsaron.



Elaboración: Los autores

Figura 8. Viviendas de albañilería reparadas



Elaboración: Los autores

No se sabe a ciencia cierta el daño estructural causado en estas edificaciones como consecuencia de este fenómeno, pero sí es notorio el daño estético, como se muestra en la figura 8, esta humedad permanece en los muros de albañilería produciendo eflorescencia, lo que comúnmente se conoce como salitre.

Figura 9. Efectos después de la reparación



Elaboración: Los autores

En la tabla 1 se muestra un cuadro elaborado por El Instituto Nacional De Defensa Civil en el que enumera las Regiones que al igual que Ancash fueron declarados en emergencia por el Niño Costero.

Tabla 1. Departamentos declarados en Emergencia por El Niño Costero.

N°	REGIÓN	N° PROVINCIAS	N° DISTRITOS
	Total	109	879
1	Ancash	20	166
2	Arequipa	8	49
3	Ayacucho	11	58
4	Cajamarca	13	127
5	Callao	1	3
6	Huancavelica	7	57
7	Ica	5	27
8	Junín	1	1
9	La Libertad	12	83
10	Lambayeque	3	38
11	Lima	10	145
12	Loreto	7	47
13	Piura	8	65
14	Tumbes	3	13

Fuente: INDECI, 2017

Una información importante para el desarrollo de esta investigación, se muestra en la tabla 2, presentada en el informe enviado por INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), del censo realizado en el año 2007, porque nos permite conocer el número y las características de las viviendas en la Región de estudio, en especial en la ciudad de Huarney. Nos dice que los materiales predominantes en las paredes exteriores de las viviendas en esta provincia son los ladrillos de arcilla y cemento.

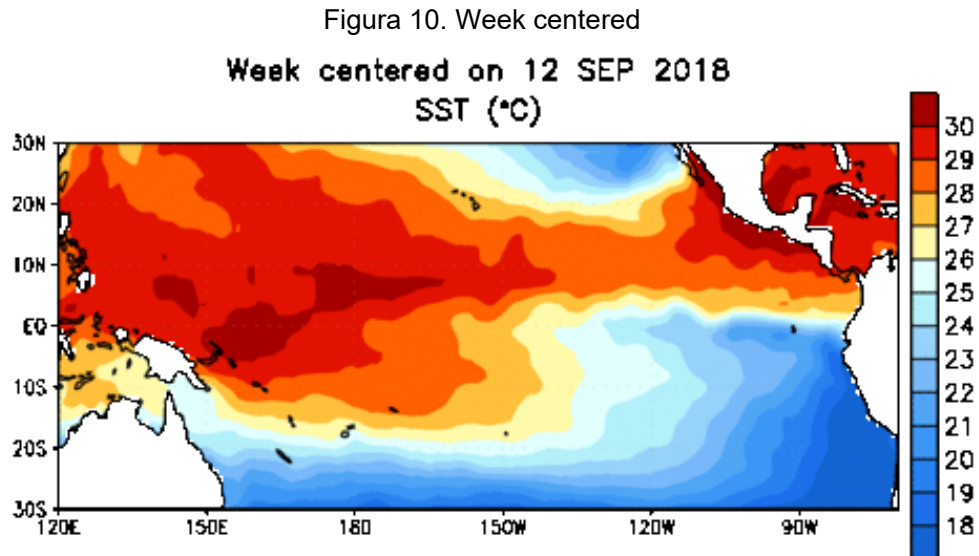
Tabla 2. Departamento de Ancash: viviendas particulares con ocupantes, por material predominante en las paredes de la cara exterior de la vivienda, según provincia.

Provincia	Total	Ladrillo o bloque de cemento	Adobe o tapia	Madera (pona, tornillo, etc.)	Quincha (caña de barro)	Estera	Piedra con barro	Piedra o sillar con cal o cemento	Otro material
Total	248398	81643	142584	3150	2613	15150	1587	201	1470
Huaraz	34943	10869	23319	153	74	205	175	31	117
Aija	2110	16	1974	2	11	13	74	6	14
A. Raymondi	3951	43	3895	-	5	1	4	-	3
Asunción	2290	109	2166	2	1	1	9	1	1
Bolognesi	7480	308	6664	18	35	30	355	23	47
Carhuaz	11012	850	10084	10	6	6	41	5	10
C.F. Fitzcarrald	5304	42	5224	1	3	2	25	1	6
Casma	10377	3251	4078	142	1035	1834	6	4	27
Corongo	1904	35	1849	1	6	-	13	-	-
Huari	14421	228	13867	17	45	9	157	2	96
Huarney	6602	3154	1906	74	409	1018	5	11	25
Huaylas	12729	1180	11368	17	6	6	133	3	16
M. Luzuriaga	5380	36	5318	2	-	-	24	-	-
Ocros	2513	169	2061	7	112	85	35	16	28
Pallasca	7103	219	6534	61	14	6	197	1	71
Pomababa	6425	69	6289	5	3	4	48	3	4
Recuay	4906	243	4329	23	32	54	128	5	92
Santa	89198	60060	12939	2541	780	11852	53	83	890
Sihuas	6966	133	6728	11	4	5	75	2	8
Yungay	12784	629	11992	63	32	19	30	4	15

Fuente: INEI, 2007

El cambio oscilante de las temperaturas, de acuerdo con las proyecciones planteadas por NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), pueden volver a ocurrir. En la figura 10 se muestran las temperaturas actuales, al mes de setiembre 2018, en la superficie del mar. Las de color rojo representan temperaturas altas en combinación con las del color celeste que representan temperaturas bajas. Conociendo ya el efecto que causa esta

combinación de temperaturas se necesita que la gente esté preparada para afrontarlo. Muchos consideran que sus viviendas son el lugar más seguro debido a que soportó anteriormente fenómenos similares, pero lo que no consideran es cuan afectado se encuentra ya su vivienda, para soportar una nueva inundación.



Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration (2018)

En la siguiente figura se muestra el diagrama de Ishikawa o diagrama de espigas de pescado, el cual permite mostrar de una manera más didáctica las relaciones causa-efecto de esta investigación. Consiste en lo siguiente: la cabeza del pescado representa el problema, los cuadros verdes ubicados en la parte superior de las espigas principales, representan las causas que generan el problema, las espigas horizontales representan el “por qué”. De esta manera se crea el esquema “¿por qué dichas causas generan ese problema?”.

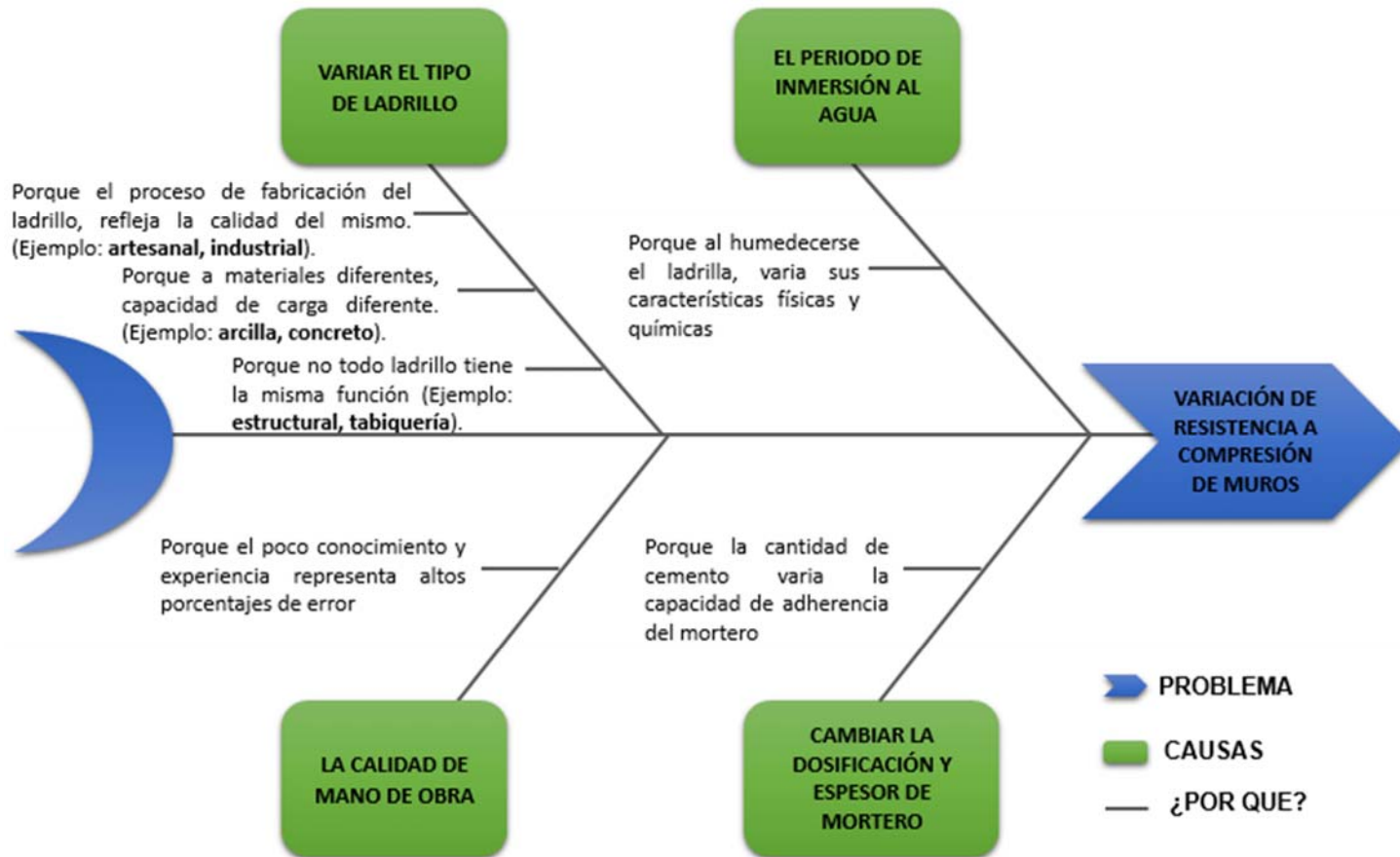
En el caso de la causa “periodo de inmersión al agua”, está relacionada a la simulación de las inundaciones

Para la causa “variar el tipo de ladrillo” se usaron 3 tipos de ladrillo elegidos por su utilización en la zona de estudio, cuyas características serán detalladas durante el desarrollo de este informe.

En el caso de “cambiar la dosificación y espesor de mortero” estos valores se mantuvieron fijos, a fin de centrarnos en investigar las dos primeras causas.

Y por último en “la calidad de la mano de obra”, el trabajo se realizó por una sola persona a fin de no variar los resultados por esta causa.

Figura 11. Diagrama de espinas de pescado



Elaboración: Los autores

1.2 Formulación del problema

La problemática en la presente tesis está dividida por problema general y problemas específicos.

a) Problema General

¿En qué medida influye el periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, contruidos con ladrillo industrial y artesanal?

b) Problemas Específicos

¿En qué medida influye el periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, contruidos con ladrillo King Kong 18 huecos Barbadillo?

¿En qué medida influye el periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, contruidos con ladrillo King Kong 18 huecos Pirámide?

¿En qué medida influye el periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, contruidos con ladrillo pandereta?

¿En qué medida influye el periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, contruidos con ladrillo de concreto?

1.3 Objetivos

Los objetivos en la presente tesis están divididos por objetivo general y objetivos específicos.

a) Objetivo General

Determinar la influencia del periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo industrial y artesanal.

b) Objetivos Específicos

Determinar la influencia del periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo King Kong 18 huecos Barbadillo.

Determinar la influencia del periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo King Kong 18 huecos Pirámide.

Determinar la influencia del periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo pandereta.

Determinar la influencia del periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo de concreto.

1.4 Justificación e importancia de la investigación

La investigación se justifica porque aporta ideas ante el problema de humedad en muros de albañilería. Los propietarios que sufrieron el impacto del humedecimiento de sus viviendas, como por ejemplo en las últimas inundaciones ocurridas en el país, podrán tener certeza del daño ocasionado. Y las tesis posteriores podrán tomarla como referencia para seguir investigando sobre qué otros factores disminuyen y afectan la resistencia de los muros de albañilería construidos con ladrillo industrial, artesanal o cualquier otro elemento que conforma la estructura.

Es importante porque aporta datos referentes a la seguridad de las edificaciones. Si bien es cierto, muchas de ellas ya son inseguras por haber sido construidas sin criterios técnicos adecuados; y si le sumamos haber sido expuestas a humedecimiento extremo, la vulnerabilidad de la edificación podría aumentar.

1.5 Alcances y limitaciones

La presente tesis presenta alcances y limitaciones, que son descritas a continuación.

a) Alcances

En general, un sistema de albañilería busca que la construcción sea resistente. Que, aun estando humedecida, cumpla con los rangos de resistencia indicados en la norma, llegando a su capacidad máxima sin colapsar.

Estos análisis podrán replicarse en cualquier edificación de albañilería confinada, cuyos muros hayan sido sometidos a constante humedad.

b) Limitaciones

No hubo dificultad en la toma de datos para la elaboración del diagnóstico de la misma. Por el lado metodológico no se encontraron limitaciones, ya que existe total absceso a las normas técnicas necesarias para los procedimientos y ensayos de laboratorio, además se encuentran investigaciones anteriores referentes al tema.

En lo económico tampoco existió limitación, debido a que se nos facilitó el uso del laboratorio de la universidad.

Con lo que respecta al factor tiempo, se cuenta con una limitación, debido a que el tiempo de secado para que el mortero adquiriera su máxima resistencia es de 28 días, previo a ello no se pueden sumergir las muestras para su cálculo de resistencia a 3, 7 y 14 días, lo cual retrasa la obtención de resultados

1.6 Viabilidad de la investigación

Existe información importante de temas relacionados a la investigación, tesis elaboradas, manuales e información en internet, para realizar el análisis de procedimientos. Su elaboración cuenta con el apoyo de especialistas en la norma E-070 y su funcionalidad en la construcción de viviendas.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

Se han efectuado una gran variedad de trabajos con respecto a unidades de albañilería en el Perú, por lo cual se utiliza los siguientes aportes para ser aplicados y mejorados en la presente tesis.

A nivel nacional se consultó a los siguientes autores: Chura (1994); Aguirre, D (2004); IASC inter – Standing Committee, en el 2012; Shaquinhua, (2014); Baranzuela (2014); Guevara (2015); Tapia (2015); Arias, (2018).

A nivel internacional se consultó a los siguientes autores:

Las tesis de los citados autores serán mostradas a continuación donde se describe los títulos, el año, y resumen de sus conclusiones.

- a)** Chura, S (1994) “Estudio del espesor de mortero en muros de albañilería cocida”. La mencionada tesis, se realizó en el departamento de Lima, en la UNI (UNI). El desarrollo de la investigación consta de un estudio de muros los cuales tendrán variación en los espesores de mortero demostrando así que disminuye la resistencia, concluyendo que conforme se va aumentando el espesor de mortero (1.5cm), van disminuyendo la resistencia a la compresión en relación con el máximo refuerzo dependiendo de los ladrillos King Kong perforado y macizo.

- b)** Aguirre, D (2004) trabajó una investigación titulada “Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín”. La mencionada tesis, se realizó en la ciudad de Junín, en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Tuvo como objetivo principal, determinar el tipo de materia prima empleado para la fabricación de ladrillos artesanales, concluyendo que la materia prima es arcilla sedimentaria consolidada, lo que le permite a su vez tener una buena resistencia a la compresión.
- c)** En el artículo de investigación “Efectos de las inundaciones en la estructura de las viviendas”, publicado por IASC inter – Standing Committee, en el 2012, indica que los bloques de concreto denotan tener una baja proporción de cemento en su composición. Los ladrillos tienen cierta porosidad, La construcción informal hace que las viviendas se encuentren vulnerables en todo aspecto, uno de ellos es al agua, concluyendo que deben tomarse medidas para su protección frente a la humedad de capilaridad proveniente del terreno, es recomendable su impermeabilización, como una barrera frente a la humedad.
- d)** Shaquihuanga, D (2014) trabajó una investigación titulada “Evaluación del estado actual de los muros de albañilería confinada en las viviendas del sector Fila Alta Jaén”. La mencionada tesis, se realizó en el departamento de Cajamarca, en la UNC (Universidad Nacional de Cajamarca). Tuvo como objetivo principal, evaluar en qué estado se encuentra los muros confinados en las construcciones (viviendas) del sector de Fila Alta en base a las deficiencias técnicas y patologías presentes en dichas unidades de estudio. El desarrollo de la investigación constó evaluó las deficiencias técnicas como son: selección, espesor de junta, trabado, unión, patologías, concluyendo que existe diferentes deficiencias en los muros estructurales de King Kong que hacen vulnerable a las viviendas, como lo son los agrietamientos moderados, severos mayores a 10 mm, eflorescencia, espesores de juntas mayores a 1.5cm, desplomes, entre

otras lo cual debería corregirse para brindar una mayor seguridad a las personas.

- e) Barranzuela, J (2014) trabajó una investigación titulada “Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región Piura”. La mencionada tesis, se realizó en el departamento de Piura, en la Universidad de Piura. Tuvo como objetivo principal, identificar el modo de producción de las unidades de albañilería realizadas en el departamento de Piura y definir valores referentes de sus propiedades, concluyendo que el proceso de producción está relacionado con las características de la materia prima, siendo imposible estandarizar el proceso si no tiene conocimiento de los tipos de componentes mineralógicos de la materia prima.

- f) Guevara, G (2015) trabajó una investigación titulada “Influencia del periodo de exposición al agua en la resistencia a compresión (f'm) de pilas de albañilería fabricadas con ladrillo artesanal”. La mencionada tesis, se realizó en el departamento de Lima, en la Universidad Privada del Norte (UPN). Tuvo como objetivo principal, determinar cómo influye el agua en la resistencia a la compresión de (f'm) de pilas de albañilería, fabricadas con ladrillo artesanal, las cuales fueron sometidas a exposición de agua, El desarrollo de la investigación constó de un estudio de 60 pilas de albañilería el cual será sumergido en agua para analizar su resistencia, concluyendo que se tiene que durante los primeros 5 días, las unidades de albañilería adquirieron 16.55% de resistencia, pero conforme pasan los días, disminuye un 11.55% en un periodo de 15 días respecto al 100%, rechazando la hipótesis donde se menciona que durante un periodo de 15 días, se tendrá una reducción de resistencia de 30%.

- g) Tapia, C (2015) trabajó una investigación titulada “Evaluación de las características físicas-mecánicas de la albañilería producida artesanalmente en los centros poblados de Manzanamayo y San José del distrito de Baños del Inca – Cajamarca”. La mencionada tesis, se realizó

en el departamento de Cajamarca, en la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC). Tuvo como objetivo principal, evaluar las propiedades físicas - mecánicas de la albañilería producida de manera artesanal en los centros poblados de Manzanamayo y San José del distrito de Baños del Inca- Cajamarca. El desarrollo de la investigación constó de un estudio de las unidades que se elaboran y comercializan en los poblados de Manzanamayo y San José del distrito de los Baños del Inca, concluyendo que los ladrillos del Centro poblado de San José se pueden clasificar como ladrillos Tipo 1 para viviendas de 1 ó 3 pisos teniendo en cuenta que no existe contacto con la lluvia o el suelo.

Ladrillo Tipo IV se puede clasificar como ladrillos Tipo 1 debido a la variación dimensional y alabeo.

El Centro poblado de Manzanamayo clasifica como Tipo 1 debido a su resistencia a compresión y como Tipo V por su variación dimensional y alabeo.

- h)** Arias, F (2018) trabajó una investigación titulada “Estudio De Las Características Elástico-Resistentes de la Albañilería Con Propósito Estructural En La Ciudad De Huaraz En El 2016”. La mencionada tesis, se realizó en la ciudad de Huaraz – Ancash, en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM). Tuvo como objetivo principal, estudiar las características elástico-resistentes con propósito estructural de la albañilería en la ciudad de Huaraz en el 2016. El desarrollo de la investigación constó de un trabajo de evaluación, de las unidades, pilas y muretes que se someten a ensayos de rotura y caracterización, para un análisis cuantitativo de las resistencias a compresión de pilas $f'm$, a corte de muretes $V'm$ y de las elasticidades E_m y G_m concluyendo que las unidades sólidas artesanales se clasifican como Tipo V. $f'b$, $f'm$, $v'm$ y los módulos E_m y G_m no cumplen la normatividad. Para las unidades industriales King Kong 18 huecos se tiene: $f't$ clasifica Tipo V. $f'b$ y $f'm$ no cumple la normatividad. $v'm$, E_m y G_m cumplen la normatividad.

2.2 Bases teóricas

La presente investigación se respalda en las siguientes bases teóricas:

a) Norma Técnica E.070

Establece requisitos, exigencias mínimas de diseño, análisis, construcción, calidad, materiales e inspección de edificaciones de albañilería estructuradas en su mayoría por muros confinados y también por muros armados.

b) Norma Técnica Peruana 399.613

Establece los procedimientos para el muestreo y ensayo de los ladrillos de arcilla cocida, utilizados en albañilería. Además, se aplica para el control de calidad de los mismos.

c) Norma Técnica Peruana 339.604.

Establece el procedimiento para el muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto para obtener dimensiones, resistencia a la compresión, absorción, peso unitario (densidad) y contenido de humedad.

d) Norma Técnica Peruana 399.605

Establece los procedimientos para la fabricación y ensayo de prismas de albañilería, y los cálculos para determinar la resistencia a la compresión f'm.

e) Norma Técnica Peruana 399.607

Aplica para evaluar las características requeridas a los agregados al ser utilizados en morteros de albañilería.

f) Norma Técnica Peruana 399.610

Establece especificaciones para morteros utilizados en la construcción de estructuras de albañilería reforzada y no reforzada.

g) Esfuerzo de compresión

Esfuerzo máximo que presenta un material. Se calcula en función al área de la cara de contacto y la carga axial aplicada en dicha cara.

2.3 Marco conceptual

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, a través de la norma E.070 (2006) se detalla las siguientes definiciones:

a) Unidad de albañilería

“Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular”. (pág. 2)

La unidad de albañilería es el material tangible más utilizado para las construcciones en el Perú. De acuerdo al material empleado durante su proceso de fabricación, las unidades utilizadas por lo general en los procesos constructivos son los siguientes:

- Ladrillos sílico calcáreos
- Ladrillos de arcilla
- Bloques de concreto

b) Unidad de albañilería hueca

“Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano”. (pág. 4)

c) Unidad de albañilería sólida (o maciza)

“Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano”. (p. 4)

d) Unidad de albañilería tubular (o pandereta)

“Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento”. (p. 4)

e) Ladrillo

“Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano”. (p. 3)

El ladrillo es utilizado para diferentes fines, estos pueden la creación de muros estructurales, tabiquería fija, para relleno de losa aligerada.

En el mercado se encuentran los siguientes:

- Ladrillo macizo
- Ladrillo perforado
- Ladrillo hueco

f) Bloque

“Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo”. (p. 4)

g) Clasificación de unidad de albañilería para fines estructurales

“Para efectos de diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la tabla 3”.

Tabla 3. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACION DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en Mpa (kg/cm ²) sobre área bruta.
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más 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	±4	±3	±2	4	4.9(50)
Bloque NP	±7	±6	±4	8	2.0(20)

Fuente: Normas Técnica Peruana E.070 (2006) p.3

La norma es clara en definir las clases de ladrillos según los valores máximos y mínimos de cada parámetro, pero no es clara en explicar la aplicación de cada una de estas clases. Por tal motivo hacemos referencia al libro “Construcciones de Albañilería” de Ángel San Bartolomé 1994 (pg. 112 y 113), que describe la aplicación de cada clase.

TIPO I: Ladrillos con resistencia y durabilidad muy baja; pueden ser empleados bajo exigencias mínimas (vivienda de 1 o 2 pisos), evitando el contacto con la lluvia o el suelo.

TIPO II: Ladrillos de baja resistencia y durabilidad; pueden ser empleados bajo condiciones de servicio moderadas (no deben estar en contacto con la lluvia o el suelo)

TIPO III: Ladrillos de mediana resistencia y durabilidad; pueden ser empleados bajo condiciones de bajo interperismo.

TIPO IV: Ladrillos de alta resistencia y durabilidad; pueden ser empleados bajo condiciones rigurosas. Pueden estar sujetos a condiciones de interperismo moderado, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua.

TIPO V: Ladrillos con resistencia y durabilidad elevada; aptos para ser usados bajo condiciones de servicio rigurosas, pueden estar expuestas a condiciones de interperismo similares al tipo IV.

h) Limitaciones en el uso de las unidades de albañilería para fines estructurales.

“El uso de las unidades de albañilería estará en función a lo indicado en la tabla 4. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030” (pg. 4)

Tabla 4. 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 más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenar de grout	Sí Celdas totalmente rellenar de grout	Sí Celdas totalmente rellenar de grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Fuente: Normas Técnica Peruana E.070 (2006) p.4

i) Pruebas

- **Muestreo**

“El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción”. (p. 4)

- **Resistencia a la compresión**

“Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (f'_{b}) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra”. (p. 4)

La resistencia a la compresión se obtendrá con la formula siguiente:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dónde:

σ = Esfuerzo a la compresión (Kg/cm²)

P = Carga actuante. (Kg)

A = Área resistente. (cm²)

De acuerdo a lo planteado por la Norma de albañilería E070, la tabla N°9 de resistencias características de la albañilería Mpa (Kg/cm²), indica que en el caso no se realicen ensayos de compresión, se puede utilizar la tabla siguiente:

Tabla 5. Resistencia Características de la Albañilería

Materia prima	Denominación	Unidad fb	Pilas fm	Muretes Vm
		Mpa (kg/cm ²)	Mpa (kg/cm ²)	Mpa (kg/cm ²)
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)
Silice - 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 (8,1)
		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)

Fuente: Normas Técnica peruana E.070 (2006)

- **Variación dimensional**

“Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604”. (pág. 4)

Es una propiedad física que indica que mientras más variable sea la unidad de albañilería, tendrá que utilizarse mayor espesor de junta repercutiendo en la resistencia haciéndolas disminuir.

- **Absorción**

“Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.1613”. (p. 4)

Para determinar el porcentaje de absorción se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Absorción \%} = 100(W_s - W_d) / W_d$$

Dónde:

W_d = Peso seco del espécimen (Kg)

W_s = Peso del espécimen saturado, después de la inmersión en agua fría (Kg)

- **Alabeo**

“Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613”. (p. 4)

j) Aceptación de la unidad

“Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote” (NORMA E-070, 2006). (p.4)

“La absorción de las unidades de arcilla y sílicocalcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto tipo (P), tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto tipo (NP), no será mayor que 15%” (NORMA E-070, 2006). (p.4)

“El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP” (NORMA E-070, 2006). (p.4)

“La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea” (NORMA E-070, 2006). (p.4)

“La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico”. (NORMA E-070, 2006). (p.4)

“La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia” (NORMA E-070, 2006). (p.4)

“La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo” (NORMA E-070, 2006). (p.4)

k) Succión

De acuerdo a las experiencias de la vida profesional, se da a notar que las unidades de albañilería que muestran una succión excesiva, no alcanza una correcta adherencia con el mortero, debido a la rápida pérdida del agua que es absorbida por la unidad, endureciendo a gran rapidez el mortero impidiendo el contacto con la cara posterior de la unidad. El resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua.

l) Lote

Para la NTP 339.604 (2002) define lo siguiente:

“Número de unidades de albañilería de concreto de cualquier configuración o dimensión fabricado por el productor usando los mismos materiales, diseño de mezcla de concreto, proceso de fabricación, y método de curado”. (p.3)

m) Cemento Portland:

Según Saavedra, V. (2013) al hablarnos sobre el cemento Portland, define lo siguiente:

“Es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como una adición durante la molienda”. (p.2)

Para la Norma E070 (2006):

n) Mortero

“El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610”. (p. 4)

La mezcla de aglomerante, agua y arena permite generar un puente de adherencia entre las unidades de albañilería. Esto se logra debido a que algunos elementos utilizados en el mortero, al ponerse en contacto con el agua adsorbida por los ladrillos, penetran y se cristalizan en los poros de estos formando una unidad.

Para el ensayo granulométrico del agregado fino, es necesario apoyarse en la tabla N°3 de la Norma E070 (tabla 6 en este informe).

Tabla 6. Granulometría de arena gruesa

GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Fuente: Normas Técnica Peruana E.070 (2006)

Al momento de la elaboración del mortero, se debe evitar que el agregado fino no tenga mucho polvo, porque no permitiría una buena adherencia entre la unidad de albañilería y el mortero. En el caso se cuente con mucho polvo se recomienda tamizarlo por la malla N°200 para eliminarlo.

o) Construcciones de albañilería

“Edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería”. (p. 2)

p) Tabique

“Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral”. (p. 2)

q) Interperismo

Es la descomposición o desgaste de las rocas al exponerlas a agentes de la interperie como: temperatura, agua, aire, etc.

Para la Norma E070 (2006):

r) Muro portante

“Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical”. (pág. 2)

El ladrillo utilizado para este fin es el King Kong 18 huecos cuyas dimensiones son las siguientes:

- Alto : 09cm
- Ancho : 13 cm
- Largo : 24 cm

s) Muro no portante

“Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos”. (p. 2)

Los ladrillos utilizados para este fin es pandereta, los cuales no soportan el peso de la estructura ni la presión de los sismos.

Este tipo de ladrillos son utilizados para dividir los ambientes.

- Alto : 10cm
- Ancho :12 cm
- Largo : 23 cm

t) Amarre de muros

Este trabajo se realiza en diferentes formas de asentado de ladrillos en sucesivas hiladas.

u) Tipos de amarre:

Soga: El ancho de muro, corresponde al ancho de la unidad.

Cabeza: El ancho de muro, corresponde al largo de la unidad.

Canto: El ancho de muro, corresponde al alto de la unidad.

El asentado de estos materiales (ladrillos) corresponderá a lo estipulado por los planos y a la función que realicen (tabiquería o estructural).

v) El niño

Según Chang, H. (2014) “El niño es un fenómeno de características meteorológicas y oceanográficas que se produce de manera recurrente en el área intertropical del océano Pacífico” (p.12).

2.4 Hipótesis

La presente tesis está dividida por hipótesis general e hipótesis específicas.

a) Hipótesis General

El periodo de inmersión al agua influye negativamente entre un [15 y 30]% en la resistencia a la compresión de muros de albañilería construidos con ladrillo industrial y artesanal.

b) Hipótesis específicas

- El periodo de inmersión al agua influye negativamente entre un [15 y 30]% en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo **King Kong 18 huecos Barbadillo**.
- El periodo de inmersión al agua influye negativamente entre un [15 y 30]% en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo **King Kong 18 huecos Pirámide**.
- El periodo de inmersión al agua influye negativamente entre un [15 y 30]% en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo **Pandereta**.
- El periodo de inmersión al agua influye negativamente entre un [15 y 30]% en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo **ladrillos de concreto**.

CAPITUL III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

El diseño metodológico en la presente tesis es el siguiente.

a) Orientación

La orientación de la investigación es aplicada, se va aplicar de manera práctica los conocimientos existentes

b) Enfoque

La presente investigación es cuantitativa debido a que se generarán datos numéricos obtenidos de los ensayos realizados en laboratorio.

c) Tipo de Investigación

La investigación metodológica es prolectiva, ya que describe los hechos como son observados y puede ofrecer la posibilidad de predicciones

d) Nivel de Investigación

La presente investigación alcanza un nivel descriptivo, ya que describe fenómenos en una circunstancia temporal y geográfica determinada. Se describen las frecuencias y promedios.

3.2 Población y muestra

- a) Población:** muros de albañilería construidos con ladrillo industrial y artesanal.

- b) **Muestra:** Pilas de albañilería de tres filas según norma técnica E-070 especificada en el capítulo quinto.

3.3 Instrumentos de recolección de datos

El método está realizado con los siguientes instrumentos que nos permiten realizar la investigación:

- a) **Observación:** La técnica de visualización permite apreciar y analizar de manera correcta y concisa en nuestro estudio.
- b) **Ensayos de laboratorio:** Se aplicaron ensayos de laboratorio.
- c) **Entrevista:** Conversación de preguntas y respuestas abiertas, las cuales llevan a la dinámica locuaz sobre el proyecto a estudiar y así conocer el punto de vista de diferentes partes involucradas en la discusión.
- d) **Formatos:** Recolección de datos para procesarlos y así definir la salida de los resultados para luego ser analizados e interpretados.
- e) **Recopilación:** Proceso de investigación en donde se evaluará características, condición, tiempo, costo, etc.

3.4 Técnicas de investigación (Procedimiento)

Se tomó muestras representativas, correspondientes a unidades de albañilería, en donde se analizaron los diferentes ensayos, de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas mencionadas en el índice 2.2 del capítulo anterior. Así mismo para la elaboración y ensayos de compresión de las pilas de albañilería, las cuales representan el comportamiento del muro confinado.

CAPITUL IV DESARROLLO

4.1 Proceso de trabajo

El proceso de trabajo se da en función a unidades de albañilería, mortero y pilas de albañilería. Cabe señalar que, al mencionar unidad, nos referimos a un solo ladrillo y al mencionar pila, nos referimos a tres unidades apiladas y adheridas con mortero.

1. Para las unidades de albañilería

Se elaboró un estudio de mercado en base a los ladrillos de mayor comercialización en la zona de Huarmey (lugar de estudio), visitando las principales ferreterías y ladrilleras del sector. Se identificaron tres tipos de ladrillo, King King, pandereta y ladrillos de concreto. Las marcas de mayor comercialización en la zona son Barbadillo, Pirámide y Molina, las dos primeras de fabricación industrial y la última de fabricación artesanal.

Es importante señalar que los ladrillos de concreto son producidos en la zona, por lo que se tuvo que realizar un trabajo logístico para traer las unidades necesarias al laboratorio ubicado en Lima. A diferencia de los ladrillos de arcilla, que son comercializados también en la ciudad de Lima, por lo que se hizo más sencilla la adquisición de los mismos.

En la figura 12 se muestran las unidades exhibidas en sus correspondientes centros de ventas, Promart y ladrillera Alexis, respectivamente.

Figura 12. Ladrillos de arcilla y de concreto utilizados



Elaboración: Los autores

Pruebas

Después de ubicado los lugares de distribución de las unidades, se realizó las pruebas de acuerdo a lo estipulado por la Norma de albañilería E.070.

a) Muestreo

Se escogió al azar 10 unidades, sobre las que se efectuó las pruebas de laboratorio. Cinco de estas unidades para determinar el porcentaje de absorción y succión, y las otras cinco, para ser ensayadas a compresión. En las tablas 7 y 8 se muestran las dimensiones de los ladrillos que serán utilizados en cada ensayo.

Tabla 7. Dimensiones de ladrillos para ensayos de absorción y succión

PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN Y SUCCIÓN										
TIPO	MUESTRA	DIMENSIONES								
		ANCHO			LARGO			ALTO		
		A1 (cm)	A2 (cm)	PROMEDIO	L1 (cm)	L2 (cm)	PROMEDIO	H1 (cm)	H2 (cm)	PROMEDIO
KING KONG BARBADILLO artesanal	k1	13.00	13.00	13.00	22.90	23.00	22.95	9.30	9.10	9.20
	k2	12.90	13.10	13.00	23.10	23.10	23.10	9.10	9.20	9.15
	k3	13.00	13.00	13.00	22.90	22.75	22.83	8.90	8.90	8.90
	k4	13.10	13.00	13.05	23.10	23.10	23.10	8.80	8.70	8.75
	k5	13.10	13.00	13.05	23.10	23.00	23.05	9.10	9.40	9.25
KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	12.30	12.30	6.65	23.00	23.00	23.00	9.00	9.10	9.05
	k2	12.30	12.40	12.35	23.00	22.80	22.90	9.00	9.10	9.05
	k3	12.30	12.40	12.35	23.80	23.20	23.50	9.00	8.90	8.95
	k4	12.50	12.40	12.45	22.80	22.80	22.80	9.20	9.20	9.20
	k5	12.30	12.40	12.35	23.10	22.90	23.00	9.20	9.20	9.20
PANDERETA industrial	P1	10.70	10.70	10.70	22.90	22.50	22.70	9.20	9.10	9.15
	P2	11.10	10.90	11.00	22.40	22.50	22.45	9.20	9.10	9.15
	P3	11.00	10.80	10.90	22.50	22.40	22.45	9.20	9.20	9.20
	P4	10.90	10.90	10.90	22.20	22.70	22.45	9.30	9.30	9.30
	P5	10.90	11.00	10.95	22.60	22.50	22.55	9.40	9.40	9.40
CONCRETO artesanal	C1	13.70	13.30	13.50	23.20	23.40	23.30	8.80	8.30	8.55
	C2	13.40	13.40	13.40	23.50	23.60	23.55	8.20	8.50	8.35
	C3	13.70	13.30	13.50	23.50	23.70	23.60	8.70	8.40	8.55
	C4	13.90	13.40	13.65	23.20	23.30	23.25	8.70	8.30	8.50
	C5	13.20	13.50	13.35	23.30	23.50	23.40	8.60	8.80	8.70

Elaboración: Los autores

Tabla 8. Dimensiones de ladrillos para ensayo de compresión

PARA ENSAYO DE COMPRESIÓN										
TIPO	MUESTRA	DIMENSIONES								
		ANCHO			LARGO			ALTO		
		A1 (cm)	A2 (cm)	PROMEDIO	L1 (cm)	L2 (cm)	PROMEDIO	H1 (cm)	H2 (cm)	PROMEDIO
KING KONG BARBADILLO artesanal	k6	13.10	13.00	13.05	22.90	23.10	23.00	9.20	9.10	9.15
	k7	12.90	13.10	13.00	23.10	23.00	23.05	9.10	8.90	9.00
	k8	13.00	13.10	13.05	22.90	22.90	22.90	9.00	9.10	9.05
	k9	13.10	13.00	13.05	23.10	23.10	23.10	8.90	9.20	9.05
	k10	13.10	12.90	13.00	23.10	23.00	23.05	9.20	9.10	9.15
KING KONG PIRÁMIDE industrial	k6	12.40	12.40	12.40	23.40	23.30	23.35	9.20	9.10	9.15
	k7	12.30	12.40	12.35	22.90	22.90	22.90	9.20	9.10	9.15
	k8	12.40	12.10	12.25	23.00	23.10	23.05	8.80	9.00	8.90
	k9	12.40	12.30	12.35	23.30	23.20	23.25	9.10	9.00	9.05
	k10	12.30	12.20	12.25	23.00	23.10	23.05	9.10	9.00	9.05
PANDERETA industrial	P6	10.90	10.90	10.90	22.60	22.70	22.65	9.30	9.30	9.30
	P7	11.10	11.10	11.10	23.00	23.00	23.00	9.40	9.60	9.50
	P8	11.10	11.20	11.15	22.90	23.00	22.95	9.30	9.30	9.30
	P9	11.10	11.10	11.10	23.10	23.00	23.05	9.30	9.30	9.30
	P10	11.00	11.20	11.10	22.80	22.90	22.85	9.30	9.40	9.35
CONCRETO artesanal	C6	13.50	13.20	13.35	23.50	23.50	23.50	8.80	8.30	8.55
	C7	13.90	13.40	13.65	23.10	23.40	23.25	8.70	8.80	8.75
	C8	13.00	13.30	13.15	23.40	23.50	23.45	8.20	8.60	8.40
	C9	13.80	13.50	13.65	23.40	23.70	23.55	8.20	8.30	8.25
	C10	13.70	13.40	13.55	23.30	23.50	23.40	8.50	8.40	8.45

Elaboración: Los autores

b) Ensayo de absorción:

Equipos

- Balanza, capacidad 3000 gr
- Horno de 50L. Temperatura $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$

Herramientas:

- Regla metálica
- Reloj
- Cámara fotográfica.

Materiales

- Unidades de albañilería
- Paños húmedos

Procedimiento

Para los ensayos de absorción se limpió las unidades a fin de eliminar el polvo de las mismas, seguido por el ingreso al horno a una temperatura de $110 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de 24 horas logrando con ello la eliminación de toda humedad que pueda presentarse en las unidades. (Ver figura 13).

Figura 13. Proceso de secado en horno.



Elaboración: Los autores

Después de transcurridas las 24 horas, se procede con el retiro de las unidades del horno, seguido por el pesado de cada una, para la obtención del peso seco. (Ver figura 14).

Figura 14. Enfriamiento y pesado de unidades



Elaboración: Los autores

Seguidamente se procede con la inmersión al agua de las unidades de albañilería durante un periodo de 24 horas para ser saturados, teniendo en consideración que la altura del agua debe cubrir la totalidad de las muestras. (Ver figura 15).

Figura 15. Inmersión al agua de las muestras



Elaboración: Los autores

Al día siguiente, se retiran las unidades sumergidas en agua y con ayuda de un paño húmedo se elimina el agua que pueda estar goteando. Después de ello se procede nuevamente con el pesado de las unidades. (Ver figura 16).

Figura 16. Peso de unidades sumergidas



Elaboración: Los autores

Después de determinado los pesos húmedos, se procede con el cálculo del porcentaje de absorción apoyados en la fórmula:

$$\text{Absorción (\%)} = 100 \frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

c) Ensayo de succión

Equipos

- Balanza, capacidad 3000 gr
- Horno de 50L. Temperatura $110 \pm 5^\circ\text{C}$

Herramientas:

- Regla metálica
- Reloj
- Cámara fotográfica.

Materiales

- Unidades de albañilería
- Agua
- Bandeja
- Paños húmedos

Procedimiento

Se colocaron 5 unidades de albañilería de cada tipo, durante un periodo de 24 horas, a una temperatura de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ para eliminar toda humedad que pueda presentar la muestra, se dejaron enfriar a temperatura ambiente y se pesaron.

Se montó una bandeja con agua, sobre esta se colocó 02 soportes rígidos (reglas de acero) y con ayuda de un nivel de burbuja, se controló el nivel. (Ver figura 17).

Figura 17. Verificación del nivel de la bandeja



Elaboración: Los autores

Se colocó la unidad encima de los soportes, durante el tiempo de un minuto, manteniendo el nivel de agua original de la bandeja, para ello se va agregando agua con la ayuda de un balde. (Ver figura 18).

Figura 18. Ensayo de succión



Elaboración: Los autores

Transcurrido el minuto, se retiró la unidad de la bandeja y con ayuda de un paño húmedo, se secó el agua superficial procediendo con el pesado de la misma (este proceso se realizó en un tiempo no mayor de 2 minutos).

Se registró el peso húmedo y se calculó la succión utilizando la siguiente fórmula:

$$S_i = Q_i - P_i \cdot A$$

d) Ensayo de compresión:

Equipos

- Prensa hidráulica con capacidad de 120Tn.
- Cortadora

Herramientas:

- Regla metálica
- Reloj
- Cámara fotográfica.

Materiales

- Unidades de albañilería
- Disco de corte
- Agua
- Pozo

Procedimiento

Para los ensayos de compresión de las unidades de albañilería de arcilla y concreto, debido a que la prensa hidráulica no cubre el área total de la cara de asiento, éstas fueron cortadas a la mitad para que la fuerza se distribuya en todo el área. (Ver figura 19). Este procedimiento es respaldado por la NTP. 399.613.

Seguidamente se procede a realizar el refrendado con mortero, es decir, llenar los vacíos o alveolos a fin de que el contacto con la prensa se dé en toda el área bruta del ladrillo. Se tomaron las medidas respectivas calculando con ello el área de contacto que recibirá la fuerza ejercida por la prensa.

Figura 19. Proceso de cortado de las unidades



Elaboración: Los autores

Seguidamente se procede con los ensayos de compresión de las mitades de unidades.

A modo de comparación y para adelantarnos a conocer la influencia del agua en la resistencia a la compresión del ladrillo. Las otras mitades fueron sometidas a inmersión al agua durante un periodo de 24 horas, para posteriormente ser ensayadas. (Ver figura 20).

Figura 20. Inmersión de medias unidades



Elaboración: Los autores

2. Para el mortero

Para la obtención del mortero se realizaron ensayos de granulometría a la arena gruesa, a fin de compararlo con las tablas de la Norma E.070 para su aceptación. En la construcción de las pilas se utilizará un mortero de denominación P2 que quiere decir una dosificación 1:4, que se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Tipos de mortero

TIPOS DE MORTERO				
TIPOS	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Fuente: Norma Técnica Peruana E.070 (2006)

a) Producción

Equipos

- Tamices N°4, N°8, N16, N°30, N°50, N°100, N°200
- Balanza, capacidad 3000 gr
- Horno de 50L. Temperatura $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Prensa hidráulica 120 tn.

Herramientas:

- Molde metálico de 5x5x5cm.
- Reloj
- Cámara fotográfica.
- Recipientes secos

Materiales

- Arena gruesa
- Cemento
- Agua

Procedimiento

Se inició con el lavado de la muestra a fin de eliminar el polvo (material que pasa la malla N°200), la cual impide la adherencia entre el mortero y el ladrillo. (Ver figura 21).

Figura 21. Lavado de la muestra de arena gruesa



Elaboración: Los autores

Seguidamente se procedió con la colocación de la muestra en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de 24 horas a fin de eliminar la humedad de ella. Luego de ese periodo, se determinó el peso seco. (Ver figura 22).

Figura 22. Proceso de secado y pesado de la muestra de arena



Elaboración: Los autores

Obtenido el peso seco, se procedió con el tamizado de la muestra (ver figura 23), teniendo en consideración que el porcentaje retenido no debe ser más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas de acuerdo a lo planteado por la Norma E.070. Y a su vez debe cumplir con la tabla 10 de porcentajes retenidos, que se muestra a continuación.

Tabla 10. Porcentajes retenidos en cada malla

GRANULOMETRIA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
Nº 4 (4,75 mm)	100
Nº 8 (2,36 mm)	95 a 100
Nº 16 (1,18 mm)	70 a 100
Nº 30 (0,60 mm)	40 a 75
Nº 50 (0,30 mm)	10 a 35
Nº 100 (0,15 mm)	2 a 15
Nº 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Fuente: Norma Técnica Peruana E.070 (2006)

Figura 23. Tamizado de la muestra



Elaboración: Los autores

En la tabla 11, se muestra los pesos retenidos en cada tamiz para una muestra de 21600 gramos, esta es la cantidad necesaria para la construcción de 12 pilas de albañilería.

Tabla 11. Granulometría de arena gruesa

MALLA	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM	% QUE PASA
Nº4	0.00	0.0%	0.0%	100.0%
Nº8	1080.00	5.0%	5.0%	95.0%
Nº16	3240.00	15.0%	20.0%	80.0%
Nº30	4320.00	20.0%	40.0%	60.0%
Nº50	8640.00	40.0%	80.0%	20.0%
Nº100	2592.00	12.0%	92.0%	8.0%
Nº200	1728.00	8.0%	100.0%	0.0%
	21600.00			

Elaboración: Los autores

Como se puede notar, los porcentajes retenidos cumplen con los rangos que nos estipula la norma E.070, lo que quiere decir que podemos utilizar este agregado en la elaboración del mortero.

Obtenido ello se procedió a calcular la cantidad de cemento que será necesario para una dosificación 1:4 que le corresponde al tipo

de mortero P2 mencionado anteriormente en la tabla 7. Estas fórmulas son extraídas de la norma 399.610 y se muestran a continuación.

Factor tanda = $1440 / (80 \times \text{veces la proporción de volumen total de arena})$

Peso del material = Proporción en volumen del material x peso unitario x factor de tanda

El peso unitario del material se obtiene de la bolsa o proveedor. Para este caso se utilizó 70 lb/pie³ para el cemento y 80 lb/pie³ para la arena gruesa, como nos recomienda la norma.

Para una relación 1:4

Factor tanda = $1440 / (80 \times 4) = 4.5$

Peso de cemento = $1 \times 70 \times 4.5 = 315 \text{ g}$

Peso de la arena = $4 \times 80 \times 4.5 = 1440 \text{ g}$

Una vez obtenidos los pesos se proyecta un factor multiplicador de 15 para obtener la cantidad necesaria a usarse en la construcción de las pilas. Se obtiene:

Cemento = $315 \times 15 = 4725 \text{ g}$

Arena gruesa = $1440 \times 15 = 21600 \text{ g}$

Después de calcular la cantidad de cemento, se procedió con el pesado de la muestra. (Ver figura 24).

Figura 24. Peso de cemento y arena gruesa



Elaboración: Los autores

A manera de saber la capacidad de carga con la que cuenta el mortero que se está utilizando, se elaboraron testigos para ser ensayados a compresión con ayuda de los moldes de 5.0x5.0x5.0cm. Se sacaron 3 muestras y después de 25 horas de secado fueron sometidas a un proceso de curado. (Ver figura 24).

Figura 25. Elaboración de testigos de mortero



Elaboración: Los autores

b) Resistencia a la compresión

Después de 28 días de curado, se procedió con la ruptura de las muestras. (Ver imagen 26), este procedimiento se realiza solo con fines de controlar la calidad del mortero. Sin embargo las probetas no reflejan el comportamiento real que se produce en la junta. Como por ejemplo la interrelación entre la unidad y el mortero, la pérdida de agua en la mezcla por succión de la unidad y el espesor de la junta (a menor espesor mayor resistencia). El fin de este procedimiento es que es conveniente que la resistencia a compresión del mortero sea similar al de la unidad, a fin de evitar la falla por aplastamiento. (San Bartolomé 1994, pg.125).

Figura 26. Rotura de muestras de mortero



Elaboración: Los autores

3. Para las pilas de albañilería

La elaboración de pilas de albañilería es un proceso importante, ya que representan el comportamiento de un muro de albañilería confinada. Es por ello que se deben tomar en cuenta todos los criterios establecidos para su elaboración, como periodos de humedeciendo según absorción y succión, espesor de mortero según estudios previos y refrendado según norma. Se determina la resistencia que tienen las mismas a través del ensayo de compresión axial, después de su proceso de secado.

a) Producción

Equipos

- Balanza, capacidad 3000 gr
- Prensa hidráulica 120 tn.

Herramientas:

- Reloj
- Cámara fotográfica.
- Espátula
- Plomo
- Nivel de burbuja
- Pozo
- Plástico
- Plancha de acero $e=1''$

Materiales

- Mortero
- Agua
- Pilas de albañilería

Procedimiento

Continuando con los ensayos, se procedió con la elaboración de las pilas de albañilería, para cada tipo de ladrillo. Lo que se hace inicialmente es humedecer los ladrillos durante media hora, cuatro horas antes de la construcción de las pilas, a fin de que no absorban el agua del mortero, lo que puede perjudicar en la adherencia del ladrillo superior. (Ver figura 27).

Figura 27. Elaboración de pilas



Elaboración: Los autores

Para el espesor de junta, se tuvo en consideración la tesis de Chura, mencionada en los antecedentes de esta investigación. Él indica la influencia del espesor de junta en la resistencia a la compresión de pilas de albañilería, a través de un cuadro, el cual se muestra en la tabla 12.

Tabla 12. Resistencia a la compresión según espesor de junta

ESPESOR DEL MORTERO EN LAS JUNTAS (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL $f'm$ (kg/cm ²)			
	LADRILLO KING KONG PERFORADO 18 HUECOS 9 x 13.5 x 24		LADRILLO KING KONG MACIZO 8.5 x 12.5 x 21	
	$f'm$	%	$f'm$	%
0.5	61.7	97.3	47.9	96.2
1.0	63.4	100.0	49.6	100.0
1.5	62.3	98.3	-	-
2.0	50.5	79.7	39.1	78.5
3.0	40.2	63.4	35.4	71.1

Fuente: Chura, S (1994)

Durante el periodo de asentado de las unidades, se utilizó la wincha para medir la altura de espesor de junta, así como también se utilizó una plomada y un nivel de burbuja, contrarrestando con ello desplomes y/o diferencia en el asentado.

Se levantaron un total de 12 pilas de albañilería, por cada tipo de ladrillo, 3 de ellas serán ensayadas a compresión sin ser expuestas a inmersión al agua y las restantes, serán ensayadas después de cada periodo de inmersión. En la figura 28 se muestran la totalidad de las pilas elaboradas.

Figura 28. Pilas elaboradas



Elaboración: Los autores

Para el proceso curado correcto, las pilas fueron puestas en un ambiente a una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$ y cubiertas con un plástico azul para mantener dicha temperatura. (Ver figura 29).

Figura 29. Proceso de curado de pilas



Elaboración: Los autores

La Norma de albañilería E070, indica que las pilas deben tener un proceso de curado de 28 días para alcanzar su máxima resistencia. Pero podrán ensayarse a menor edad (no menor a 14 días), en los que la resistencia se obtendrá incrementándoles los factores mostrados en la tabla 13. En esta investigación se realizaron ensayos a 14 días para las pilas sin inmersión al agua, y a 21 días para las pilas inmersas en agua. Debido a que a los 21 días su factor de incremento es de 1.00, lo que nos hace asumir que a esa edad alcanzan ya su máxima resistencia.

Tabla 13. Factores de incremento 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

Fuente: Norma Técnica Peruana (2006)

a) Proceso de inmersión al agua

Transcurridos los 21 días de curado, se procedió con la inmersión de las pilas de albañilería, las cuales serán ensayadas en los diferentes periodos 3, 7 y 14 días. (Ver figura 30).

Figura 30. Inmersión de pilas



Elaboración: Los autores

b) Resistencia a la compresión

b.1 Pilas sin inmersión al agua

Continuando con el proceso, y luego de 14 días de curado se tomaron las medidas respectivas de 3 pilas de albañilería de cada tipo, para ser ensayadas a compresión.

Se colocó una plancha de acero de medidas 17x27cm e=1" para uniformizar la fuerza en toda la cara de contacto. (Ver figura 31).

Figura 31. Ensayos de compresión de pilas secas



Elaboración: Los autores

b.2 Pilas con inmersión al agua

A los tres días de estar inmersas en agua, las pilas de albañilería, son sacadas de la poza, secadas superficialmente con unos paños húmedos y ensayados a compresión. (Ver figura 32). Este procedimiento se repite para los dos periodos de inmersión siguientes, que corresponden a 7 y 14 días.

Figura 32. Ensayo de concreción de pilas húmedas



Elaboración: Los autores.

CAPITULO V RESULTADOS

Las siguientes tablas nos muestran los cálculos y resultados obtenidos para cada una de las unidades y pilas de albañilería de arcilla y concreto.

a. Absorción

A continuación, en la tabla 14 se presentan los resultados del ensayo de absorción. Haciendo a su vez el cálculo de dispersión, el cual no debe ser mayor de 20 %.

Tabla 14. Resultado ensayos de absorción

ENSAYO DE ABSORCIÓN						
TIPO	MUESTRA	PESO SECO (kg)	PESO HÚMEDO inmersión 24 H (kg)	ABSORCIÓN (%)	ABSORCIÓN PROM (%)	DISPERSIÓN (%)
KING KONG BARBADILLO artesanal	k1	2977.97	3347.50	12.41	13.60	12.29
	k2	2888.16	3279.50	13.55		
	k3	2863.15	3259.00	13.83		
	k4	2758.71	3149.00	14.15		
	k5	2932.81	3346.00	14.09		
KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	2816.00	3160.50	12.23	12.34	4.65
	k2	2803.50	3146.50	12.23		
	k3	2723.00	3068.50	12.69		
	k4	2773.00	3108.50	12.10		
	k5	2719.00	3058.00	12.47		
PANDERETA industrial	P1	2169.00	2299.50	6.02	7.33	19.46
	P2	2040.00	2191.50	7.43		
	P3	2114.50	2287.00	8.16		
	P4	2068.00	2225.00	7.59		
	P5	2182.00	2345.00	7.47		
CONCRETO artesanal	C1	5245.00	5726.50	9.18	9.12	10.65
	C2	5204.00	5644.50	8.46		
	C3	5150.00	5629.50	9.31		
	C4	5211.00	5689.50	9.18		
	C5	5230.50	5726.00	9.47		

Elaboración: Los autores

b. Succión

En la tabla 15 se presentan las dimensiones, el área bruta, hueca y neta de la cara de contacto. Es importante señalar que la succión depende del tipo de material y de la forma de la cara de contacto.

Tabla 15. Áreas de contacto para ensayo de succión

ENSAYO DE SUCCIÓN						
TIPO	MUESTRA	DIMENSIONES		ÁREA BRUTA (cm ²)	ÁREA HUECA (cm ²)	ÁREA NETA (cm ²)
		A (cm)	L (cm)			
KING KONG BARBADILLO artesanal	k1	13.00	22.95	298.35	72.38	225.97
	k2	13.00	23.10	300.30	72.38	227.92
	k3	13.00	22.83	296.73	72.38	224.34
	k4	13.05	23.10	301.46	72.38	229.07
	k5	13.05	23.05	300.80	72.38	228.42
KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	12.35	23.00	284.05	63.62	220.43
	k2	12.35	22.90	282.82	63.62	219.20
	k3	12.35	23.50	290.23	63.62	226.61
	k4	12.45	22.80	283.86	63.62	220.24
	k5	12.35	23.00	284.05	63.62	220.43
PANDERETA industrial	P1	10.70	22.70	242.89	0.00	242.89
	P2	11.00	22.45	246.95	0.00	246.95
	P3	10.90	22.45	244.71	0.00	244.71
	P4	10.90	22.45	244.71	0.00	244.71
	P5	10.95	22.55	246.92	0.00	246.92
CONCRETO artesanal	C1	13.50	23.30	314.55	26.00	288.55
	C2	13.40	23.55	315.57	26.00	289.57
	C3	13.50	23.60	318.60	26.00	292.60
	C4	13.65	23.25	317.36	26.00	291.36
	C5	13.35	23.40	312.39	26.00	286.39

Elaboración: Los autores

En la tabla 16 se muestran los resultados del ensayo de succión. Hallados según fórmula:

$$X = 200 W / LB$$

Dónde:

X: diferencia de pesos corregida.

W: diferencia de pesos del espécimen, g.

L: longitud del espécimen, cm

B: Ancho del espécimen, cm

Según norma E.070 el máximo valor de succión es 0.45 g/cm²*min. Ladrillos con succión mayos a 0.10 g/cm²*min deben ser mojados antes de ser asentados.

Tabla 16. Resultado ensayos de succión

ENSAYO DE SUCCIÓN							
TIPO	MUESTRA	PESO SECO (g)	PESO HÚMEDO LUEGO DE 1 MIN (g)	DIFERENCIA DE PESOS (g)	DIFERENCIA DE PESOS CORREGIDA (g)	SUCCIÓN (g/cm ²)	SUCCIÓN PROM (g/cm ²)
KING KONG BARBADILLO artesanal	k1	2986.00	3041.50	55.50	49.12	0.25	0.22
	k2	2896.00	2940.50	44.50	39.05	0.20	
	k3	2871.00	2929.00	58.00	51.71	0.26	
	k4	2766.00	2804.50	38.50	33.61	0.17	
	k5	2941.50	2991.00	49.50	43.34	0.22	
KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	2820.00	2854.00	34.00	30.85	0.15	0.15
	k2	2808.00	2840.50	32.50	29.65	0.15	
	k3	2730.00	2757.50	27.50	24.27	0.12	
	k4	2778.50	2810.00	31.50	28.60	0.14	
	k5	2723.50	2760.00	36.50	33.12	0.17	
PANDERETA industrial	P1	2171.00	2186.00	15.00	12.35	0.06	0.08
	P2	2043.00	2062.00	19.00	15.39	0.08	
	P3	2117.00	2144.50	27.50	22.48	0.11	
	P4	2070.00	2086.00	16.00	13.08	0.07	
	P5	2184.00	2208.00	24.00	19.44	0.10	
CONCRETO artesanal	C1	5473.00	5498.00	25.00	17.33	0.09	0.12
	C2	5421.00	5446.50	25.50	17.61	0.09	
	C3	5195.50	5240.00	44.50	30.42	0.15	
	C4	5301.50	5337.50	36.00	24.71	0.12	
	C5	5331.50	5368.50	37.00	25.84	0.13	

Elaboración: Los autores

c. Unidad de ladrillo seco

La siguiente tabla nos muestra las dimensiones y el área de contacto de las unidades de albañilería para el ensayo de resistencia a la compresión de la unidad seca.

Tabla 17. Dimensiones para ensayo de unidad seca

TIPO	MUESTRA	DIMENSIONES		ÁREA BRUTA (cm ²)
		A (cm)	L (cm)	
KING KONG BARBADILLO artesanal	k1	13.05	12.00	156.60
	k2	13.00	12.10	157.30
	k3	13.05	12.25	159.86
	k4	13.05	12.20	159.21
	k5	13.00	11.85	154.05
KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	12.35	11.30	139.56
	k2	12.35	11.03	136.16
	k3	12.35	11.25	138.94
	k4	12.45	11.28	140.37
	k5	12.35	11.33	139.86
PANDERETA industrial	P1	10.70	10.95	117.17
	P2	11.00	11.18	122.93
	P3	10.90	11.03	120.17
	P4	10.90	11.10	120.99
	P5	10.95	10.98	120.18
CONCRETO artesanal	C1	13.50	11.35	153.23
	C2	13.40	11.25	150.75
	C3	13.50	11.30	152.55
	C4	13.65	11.25	153.56
	C5	13.35	11.25	150.19

Elaboración: Los autores

El siguiente cuadro nos muestra el área de contacto, la fuerza ejercida y la resistencia a la compresión de la unidad seca.

Tabla 18. Resultados de ensayo de unidad seca

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - LADRILLO CORTADO SECO					
TIPO	MUESTRA	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg)	f _b (kg/cm ²)	f _b prom (kg/cm ²)
KING KONG BARBADILLO artesanal	k1	156.60	29689.00	189.58	180.25
	k2	157.30	28773.00	182.92	
	k3	159.86	26991.00	168.84	
	k4	159.21	29616.00	186.02	
	k5	154.05	26786.00	173.88	
KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	139.56	19881.00	142.46	148.53
	k2	136.16	19168.00	140.78	
	k3	138.94	21667.00	155.95	
	k4	140.37	21450.00	152.81	
	k5	139.86	21070.00	150.65	
PANDERETA industrial	P1	117.17	5022.00	42.86	43.47
	P2	122.93	2655.00	21.60	
	P3	120.17	7583.00	63.10	
	P4	120.99	4909.00	40.57	
	P5	120.18	5915.00	49.22	
CONCRETO artesanal	C1	153.23	3123.00	20.38	26.04
	C2	150.75	3506.00	23.26	
	C3	152.55	4540.00	29.76	
	C4	153.56	3924.00	25.55	
	C5	150.19	4691.00	31.23	

Elaboración: Los autores

d. Unidad de ladrillo húmeda

La siguiente tabla nos muestra las dimensiones y el área de contacto de las unidades de albañilería para el ensayo de resistencia a la compresión de la unidad húmeda.

Tabla 19. Dimensiones para ensayo de unidad húmeda

TIPO	MUESTRA	DIMENSIONES		ÁREA BRUTA (cm ²)
		A (cm)	L (cm)	
KING KONG BARBADILLO artesanal	k1	13.05	9.70	126.59
	k2	13.00	9.65	125.45
	k3	13.05	9.90	129.20
	k4	13.05	9.55	124.63
	k5	13.00	9.95	129.35
KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	12.35	11.60	143.26
	k2	12.35	10.70	132.15
	k3	12.35	11.35	140.17
	k4	12.45	11.50	143.18
	k5	12.35	11.40	140.79
PANDERETA industrial	P1	10.70	11.20	119.84
	P2	11.00	11.25	123.75
	P3	10.90	11.40	124.26
	P4	10.90	11.35	123.72
	P5	10.95	11.40	124.83
CONCRETO artesanal	C1	13.50	11.50	155.25
	C2	13.40	11.50	154.10
	C3	13.50	11.60	156.60
	C4	13.65	11.70	159.71
	C5	13.35	11.60	154.86

Elaboración: Los autores

La siguiente tabla nos muestra las dimensiones y el área de contacto de las unidades de albañilería para el ensayo de resistencia a la compresión de la ½ unidad húmeda.

Tabla 20. Resultados de ensayo de unidad húmeda

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - LADRILLO CORTADO HÚMEDO					
TIPO	MUESTRA	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg)	f _b (kg/cm ²)	f _b prom (kg/cm ²)
KING KONG BARBADILLO artesanal	k1	126.59	23126.00	182.69	178.56
	k2	125.45	22412.00	178.65	
	k3	129.20	22158.00	171.51	
	k4	124.63	21873.00	175.51	
	k5	129.35	23857.00	184.44	
KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	143.26	22264.00	155.41	165.18
	k2	132.15	22194.00	167.95	
	k3	140.17	23952.00	170.88	
	k4	143.18	23634.00	165.07	
	k5	140.79	23452.00	166.57	
PANDERETA industrial	P1	119.84	6126.00	51.12	42.74
	P2	123.75	2904.00	23.47	
	P3	124.26	5425.00	43.66	
	P4	123.72	3460.00	27.97	
	P5	124.83	8426.00	67.50	
CONCRETO artesanal	C1	155.25	1859.00	11.97	14.48
	C2	154.10	2041.00	13.24	
	C3	156.60	2690.00	17.18	
	C4	159.71	2164.00	13.55	
	C5	154.86	2548.00	16.45	

Elaboración: Los autores

e. Comparación de resultados entre unidades secas y húmedas

En la tabla 21 se presenta la comparación entre los resultados del ensayo a compresión de unidades secas y húmedas. Mostrando el porcentaje de disminución que presenta cada tipo de ladrillo al ser inmersos en agua durante un periodo de 24 horas.

Tabla 21. Comparación entre unidad seca y unidad húmeda

% DE DISMINUCIÓN O AUMENTO DE RESISTENCIA								
TIPO	MUESTRA	UNIDAD SECA			UNIDAD HÚMEDA			%
		CARGA (kg)	f'b (kg/cm ²)	f'b prom (kg/cm ²)	CARGA (kg)	f'b (kg/cm ²)	f'b prom (kg/cm ²)	
KING KONG BARBADILLO artesanal	k1	29689.00	189.58	180.25	23126.00	182.69	178.56	-0.94
	k2	28773.00	182.92		22412.00	178.65		
	k3	26991.00	168.84		22158.00	171.51		
	k4	29616.00	186.02		21873.00	175.51		
	k5	26786.00	173.88		23857.00	184.44		
KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	24466.50	170.20	166.96	22264.00	155.41	165.18	-1.07
	k2	22616.00	160.99		22194.00	167.95		
	k3	23787.50	169.70		23952.00	170.88		
	k4	23947.50	170.84		23634.00	165.07		
	k5	22857.00	163.06		23452.00	166.57		
PANDERETA industrial	P1	5022.00	42.86	43.47	6126.00	51.12	42.74	-1.68
	P2	2655.00	21.60		2904.00	23.47		
	P3	7583.00	63.10		5425.00	43.66		
	P4	4909.00	40.57		3460.00	27.97		
	P5	5915.00	49.22		8426.00	67.50		
CONCRETO artesanal	C1	3123.00	20.38	26.04	1859.00	11.97	14.48	-44.39
	C2	3506.00	23.26		2041.00	13.24		
	C3	4540.00	29.76		2690.00	17.18		
	C4	3924.00	25.55		2164.00	13.55		
	C5	4691.00	31.23		2548.00	16.45		

Elaboración: Los autores

Luego de presentar los resultados de unidades de albañilería, se procede a mostrar las tablas correspondientes a los ensayos de pilas para cada tipo de ladrillo. Primero para la condición seca y luego para los tres periodos de inmersión. Los cuadros están compuestos por las fechas en que se realizaron los ensayos, el área bruta de la cara de contacto, la carga aplicada, la resistencia a los 14 días y 21 días, (para pilas secas y húmedas respectivamente), la resistencia a los 28 días hallada multiplicando la resistencia a edades menores por un factor de incremento y por último el valor promedio de los resultados por cada tipo de ladrillo.

f. Ensayo de compresión de pilas secas

Tabla 22. Dimensiones para ensayo de pilas secas

TIPO	MUESTRA	DIMENSIONES		ÁREA BRUTA
		A (cm)	L (cm)	
KING KONG BARBADILLO artesanal	k1	12.90	22.30	287.67
	k2	13.20	22.95	302.94
	k3	13.25	23.10	306.08
KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	12.40	23.10	286.44
	k2	12.30	22.75	279.83
	k3	12.45	23.05	286.97
PANDERETA PIRÁMIDE industrial	P1	10.90	22.45	244.71
	P2	10.90	22.70	247.43
	P3	11.05	23.10	255.26
CONCRETO artesanal	C1	13.45	23.55	316.75
	C2	13.55	22.95	310.97
	C3	13.55	23.10	313.01

Elaboración: Los autores

Tabla 23. Resultados de ensayo de pilas secas

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - SECO (14 días - factor de incremento 1.10 según NTP E-070)							
FECHA	TIPO	MUESTRA	ÁREA BRUTA	CARGA (kg)	f _m 14 días (kg/cm ²)	f _m 28 días (kg/cm ²)	f _m prom (kg/cm ²)
26/09/2018	KING KONG BARBADILLO artesanal	k1	287.67	26800.00	93.16	102.48	95.25
26/09/2018		k2	302.94	28483.00	94.02	103.42	
26/09/2018		k3	306.08	22218.00	72.59	79.85	
02/10/2018	KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	286.44	14908.00	52.05	57.25	68.74
02/10/2018		k2	279.83	19048.00	68.07	74.88	
02/10/2018		k3	286.97	19326.00	67.34	74.08	
03/10/2018	PANDERETA PIRÁMIDE industrial	P1	244.71	4997.00	20.42	22.46	23.74
03/10/2018		P2	247.43	5115.00	20.67	22.74	
03/10/2018		P3	255.26	6037.00	23.65	26.02	
25/09/2018	CONCRETO artesanal	C1	316.75	9855.00	31.11	34.22	33.08
25/09/2018		C2	310.97	9089.00	29.23	32.15	
25/09/2018		C3	313.01	9356.00	29.89	32.88	

Elaboración: Los autores

g. Ensayo de compresión de pilas con 3 días de inmersión

Tabla 24. Dimensiones para ensayo de pilas con 3 días de inmersión

TIPO	MUESTRA	DIMENSIONES		ÁREA BRUTA
		A (cm)	L (cm)	
KING KONG	k1	13.15	22.85	300.48
BARBADILLO	k2	13.15	23.15	304.42
ARTESANAL	k3	13.10	23.05	301.96
KING KONG	k1	13.20	23.05	304.26
PIRÁMIDE	k2	12.40	23.00	285.20
industrial	k3	12.50	23.25	290.63
PANDERETA	P1	11.05	22.85	252.49
PIRÁMIDE	P2	11.00	22.60	248.60
industrial	P3	10.95	22.60	247.47
CONCRETO artesanal	C1	13.15	23.25	305.74
	C2	13.55	23.55	319.10
	C3	13.35	23.65	315.73

Elaboración: Los autores

Tabla 25. Resultados de ensayo de pilas con 3 días de inmersión

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 3 DÍAS DE INMERSIÓN (21 días - factor de incremento 1.0)							
FECHA	TIPO	MUESTRA	ÁREA BRUTA	CARGA (kg)	f'm 21 días (kg/cm ²)	f'm 28 días (kg/cm ²)	f'b prom (kg/cm ²)
05/10/2018	KING KONG	k1	300.48	23503.00	78.22	78.22	78.94
05/10/2018	BARBADILLO	k2	304.42	24943.00	81.94	81.94	
05/10/2018	ARTESANAL	k3	301.96	23154.00	76.68	76.68	
13/10/2018	KING KONG	k1	304.26	18600.00	61.13	61.13	62.44
13/10/2018	PIRÁMIDE	k2	285.20	17776.00	62.33	62.33	
13/10/2018	industrial	k3	290.63	18556.00	63.85	63.85	
13/10/2018	PANDERETA	P1	252.49	5483.00	21.72	21.72	20.83
13/10/2018	PIRÁMIDE	P2	248.60	5109.00	20.55	20.55	
13/10/2018	industrial	P3	247.47	5002.00	20.21	20.21	
06/09/2018	CONCRETO artesanal	C1	305.74	9585.00	31.35	31.35	31.57
06/09/2018		C2	319.10	11502.00	36.04	36.04	
06/09/2018		C3	315.73	8627.00	27.32	27.32	

Elaboración: Los autores

h. Ensayo de compresión de pilas con 7 días de inmersión

Tabla 26. Dimensiones para ensayo de pilas con 7 días de inmersión

TIPO	MUESTRA	DIMENSIONES		ÁREA BRUTA
		A (cm)	L (cm)	
KING KONG BARBADILLO artesanal	k1	13.15	22.95	301.79
	k2	13.05	22.95	299.50
	k3	13.25	23.30	308.73
KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	12.30	23.15	284.75
	k2	12.35	22.80	281.58
	k3	12.35	23.00	284.05
PANDERETA industrial	P1	10.95	22.50	246.38
	P2	10.95	22.60	247.47
	P3	11.10	22.70	251.97
CONCRETO artesanal	C1	13.50	23.50	317.25
	C2	13.40	23.50	314.90
	C3	13.50	23.55	317.93

Elaboración: Los autores

Tabla 27. Resultados de ensayo de pilas con 7 días de inmersión

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 7 DÍAS DE INMERSIÓN (21 días - factor de incremento 1.00)							
FECHA	TIPO	MUESTRA	ÁREA BRUTA	CARGA (kg)	f'm 21 días (kg/cm ²)	f'm 28 días (kg/cm ²)	f'b prom (kg/cm ²)
09/10/2018	KING KONG BARBADILLO artesanal	k1	301.79	17246.00	57.15	57.15	69.35
09/10/2018		k2	299.50	21498.00	71.78	71.78	
09/10/2018		k3	308.73	24432.00	79.14	79.14	
17/10/2018	KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	284.75	17150.00	60.23	60.23	58.42
17/10/2018		k2	281.58	13063.00	46.39	46.39	
17/10/2018		k3	284.05	19498.00	68.64	68.64	
17/10/2018	PANDERETA industrial	P1	246.38	5202.00	21.11	21.11	19.26
17/10/2018		P2	247.47	4234.00	17.11	17.11	
17/10/2018		P3	251.97	4930.00	19.57	19.57	
10/09/2018	CONCRETO artesanal	C1	317.25	9868.00	31.10	31.10	31.03
10/09/2018		C2	314.90	8515.00	27.04	27.04	
10/09/2018		C3	317.93	11107.00	34.94	34.94	

Elaboración: Los autores

i. Ensayo de compresión de pilas con 14 días de inmersión

Tabla 28. Dimensiones para ensayo de pilas con 14 días de inmersión

TIPO	MUESTRA	DIMENSIONES		ÁREA BRUTA
		A (cm)	L (cm)	
KING KONG BARBADILLO artesanal	k1	13.15	22.95	301.79
	k2	13.15	22.80	299.82
	k3	13.10	22.90	299.99
KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	12.35	22.80	281.58
	k2	12.35	23.00	284.05
	k3	12.35	23.00	284.05
PANDERETA industrial	P1	10.85	22.85	247.92
	P2	11.00	22.70	249.70
	P3	11.00	22.65	249.15
CONCRETO artesanal	C1	13.45	23.55	316.75
	C2	13.65	23.35	318.73
	C3	13.50	23.50	317.25

Elaboración: Los autores

Tabla 29. Resultados de ensayo de pilas con 14 días de inmersión

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 14 DÍAS DE INMERSIÓN (21 días - factor de incremento 1.00)							
FECHA	TIPO	MUESTRA	ÁREA BRUTA	CARGA (kg)	f'm 21 días (kg/cm ²)	f'm 28 días (kg/cm ²)	f'b prom (kg/cm ²)
16/10/2018	KING KONG BARBADILLO artesanal	k1	301.79	19934.00	66.05	66.05	66.30
16/10/2018		k2	299.82	20592.00	68.68	68.68	
16/10/2018		k3	299.99	19253.00	64.18	64.18	
24/10/2018	KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	281.58	16363.00	58.11	58.11	56.97
24/10/2018		k2	284.05	16891.00	59.46	59.46	
24/10/2018		k3	284.05	15149.00	53.33	53.33	
24/10/2018	PANDERETA industrial	P1	247.92	5497.00	22.17	22.17	16.91
24/10/2018		P2	249.70	3770.00	15.10	15.10	
24/10/2018		P3	249.15	3356.00	13.47	13.47	
17/09/2018	CONCRETO artesanal	C1	316.75	9698.00	30.62	30.62	29.09
17/09/2018		C2	318.73	8787.00	27.57	27.57	
17/09/2018		C3	317.25	9222.00	29.07	29.07	

Elaboración: Los autores

j. Comparación de resultados entre pilas secas y húmedas

A continuación, se muestra un cuadro comparativo donde se relaciona la resistencia a la compresión de la unidad de albañilería en comparación a la pila de albañilería de las diferentes ladrilleras.

Tabla 30. Relación unidad - pila

RELACIÓN UNIDAD - PILA			
TIPO	f'b (kg/cm²)	f'm PILA(kg/cm²)	VARIACIÓN
KING KONG BARBADILLO artesanal	180.25	95.25	-47.16%
KING KONG PIRÁMIDE industrial	166.96	68.74	-58.83%
PANDERETA industrial	43.47	23.74	-45.39%
CONCRETO artesanal	26.03	33.08	27.08%

Elaboración: Los autores

Se presenta una tabla resumen (tabla 31) de resistencia a la compresión de las pilas de albañilería antes y después de la inmersión al agua en los periodos de 3, 7 y 14 días.

Tabla 31. Relación en función a periodos de inmersión

RELACIÓN PERIODOS DE INMERSIÓN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
f _m (kg/cm ²)				
TIPO	0 DÍAS	3 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS
KK BARBADILLO artesanal	95.25	78.94	69.35	66.30
Variación		-17.12%	-27.19%	-30.39%
KK PIRÁMIDE industrial	68.74	62.44	58.42	56.97
Variación		-9.16%	-15.01%	-17.12%
PANDERETA industrial	23.74	20.83	19.26	16.91
Variación		-12.27%	-18.86%	-28.75%
CONCRETO artesanal	33.08	31.57	31.03	29.09
Variación		-4.57%	-6.22%	-12.09%

Elaboración: Los autores

CAPITUL VI

DISCUSIÓN

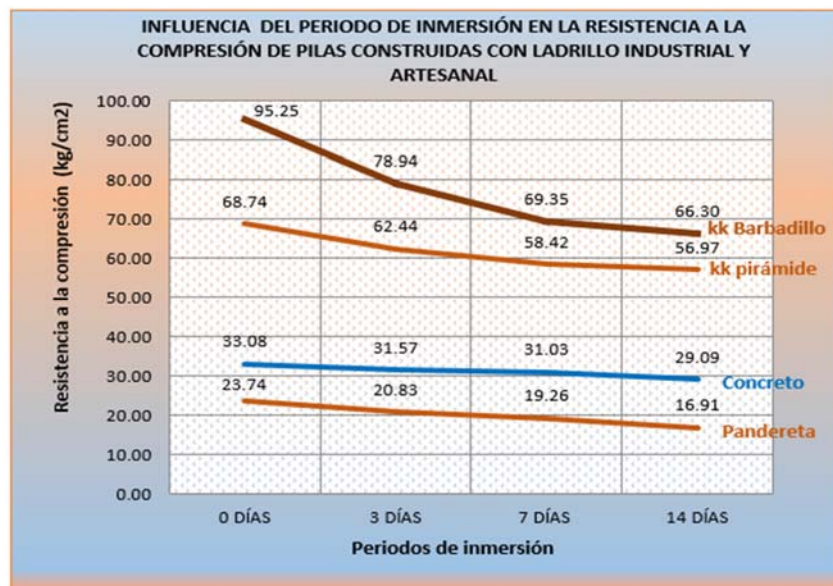
6.1 Contrastación de la hipótesis

La investigación presenta como contrastación de la hipótesis lo siguiente:

a) Hipótesis General

El periodo de inmersión al agua influye negativamente entre un [15 y 30]% en la resistencia a la compresión de muros de albañilería construidos con ladrillo industrial y artesanal.

Tabla 32. Relación en función a periodos de inmersión



Elaboración: Los autores

b) Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

El periodo de inmersión al agua influye negativamente entre un [15 y 30]% en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, contruidos con ladrillo King Kong 18 huecos Barbadillo.

Comentario: Según los resultados mostrados en la tabla 32, la resistencia a la compresión de las pilas contruidas con ladrillo King Kong 18 huecos barbadillo, expuestas a un periodo de inmersión al agua de 3,7 y 14 días, disminuyen su resistencia a la compresión en el rango propuesto. Por tanto, se acepta la hipótesis específica 1.

Hipótesis específica 2

El periodo de inmersión al agua influye negativamente entre un [15 y 30]% en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, contruidos con ladrillo King Kong 18 huecos Pirámide.

Comentario: Según los resultados mostrados en la tabla 32, la resistencia a la compresión de las pilas contruidas con ladrillo King Kong 18 huecos Pirámide, expuestas a un periodo de inmersión al agua, disminuyen su resistencia a la compresión, pero solo se encuentra en el rango las pilas expuestas a 7 y 14 días. Por tanto, se acepta la hipótesis específica 2.

Hipótesis específica 3

El periodo de inmersión al agua influye negativamente entre un [15 y 30]% en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, contruidos con ladrillo Pandereta.

Comentario: Según los resultados mostrados en la tabla 32, la resistencia a la compresión de las pilas contruidas con ladrillo Pandereta, expuestas a un periodo de inmersión al agua, disminuyen su resistencia a la

compresión, pero solo se encuentra en el rango las pilas expuestas a 7 y 14 días. Por tanto, se acepta la hipótesis específica 3.

Hipótesis específica 4

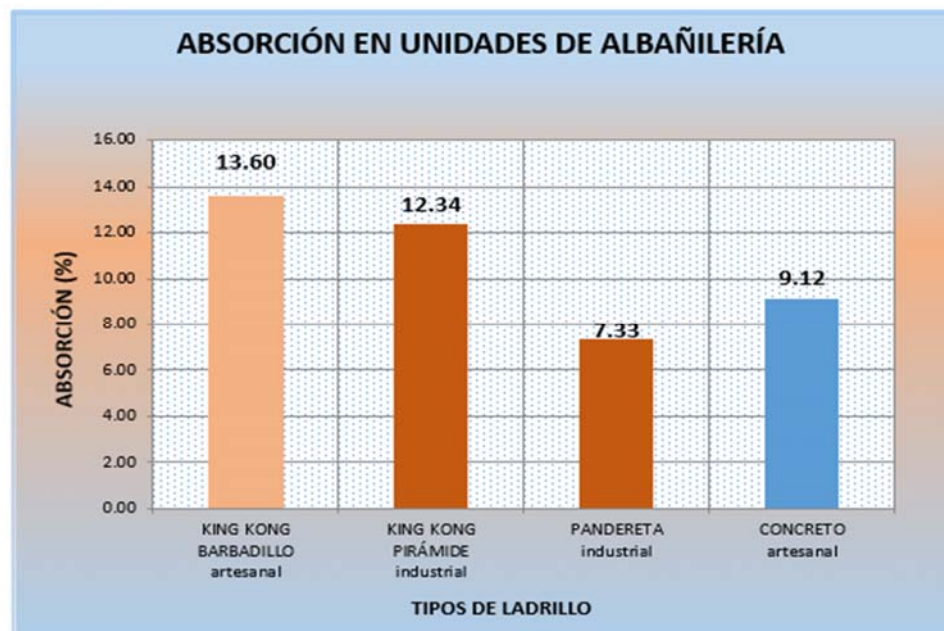
El periodo de inmersión al agua influye negativamente entre un [15 y 30]% en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, contruidos con ladrillos de concreto.

Comentario: Según los resultados mostrados en la tabla 32, la resistencia a la compresión de las pilas construidas con ladrillos de concreto, expuestas a un periodo de inmersión al agua, disminuyen su resistencia a la compresión, pero no en el rango propuesto. Por tanto, no se acepta la hipótesis específica 4.

6.2 Discusiones

- El porcentaje de absorción de los ladrillos King Kong Barbadillo, King Kong Pirámide, pandereta y concreto son 13.60%, 12.34%, 7.33%, 9.12% respectivamente (la representación gráfica de estos resultados se muestra en la figura 33). Se observa que las arcillas tienen un mayor porcentaje de absorción a comparación del concreto. Además, la diferencia que existe entre la absorción del ladrillo pandereta y el ladrillo de concreto es debido al porcentaje de vacíos.

Figura 33. Gráfico de absorción

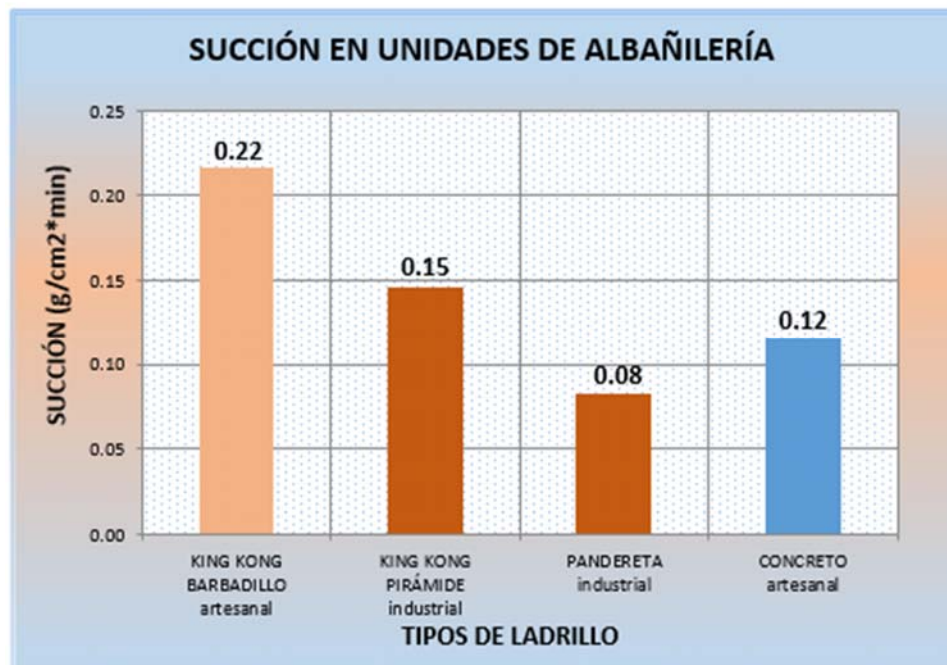


Elaboración: Los autores

- La succión que presentan los ladrillos King Kong Barbadillo, King Kong Pirámide, pandereta y concreto es de 0.22%, 0.15%, 0.08%, 0.12% respectivamente (la representación gráfica de estos resultados se muestra en la figura 34). Se observa que los resultados siguen la misma tendencia que el caso de absorción. Las arcillas tienen mayor succión a comparación del concreto. Además, la diferencia que existe entre la

absorción del ladrillo pandereta con los demás ladrillos es debido al porcentaje de vacíos y a la forma que este presenta. Los alveolos horizontales limitan la cantidad de material paralelo a la cara de apoyo dispuesto a absorber.

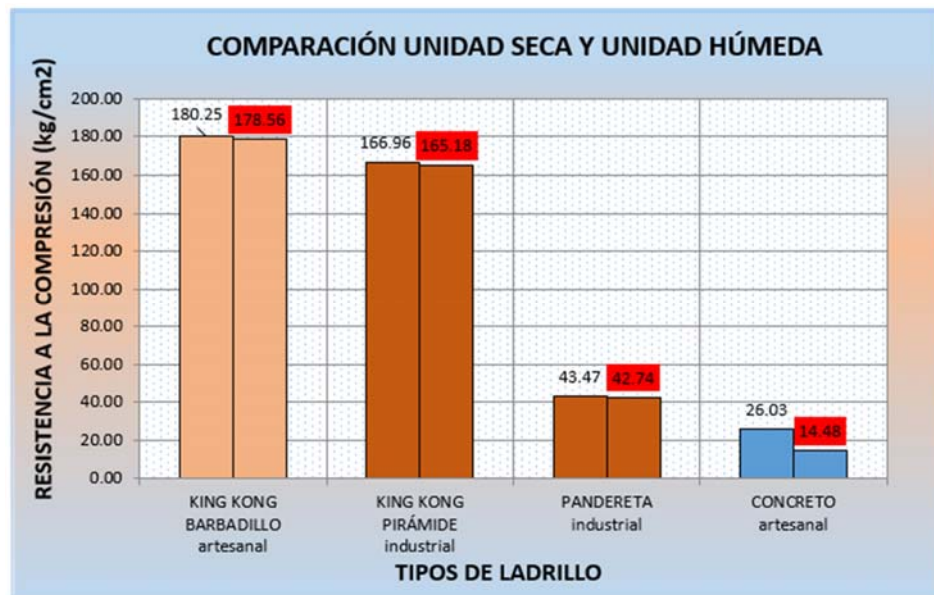
Figura 34. Gráfico de succión



Elaboración: Los autores

- La disminución de resistencia a la compresión de los ladrillos industriales y artesanales al estar inmersos en agua durante un periodo de 24 horas, se muestran en la figura 35 (haciendo referencia a la tabla 19 del apartado anterior). Se observa que los ladrillos de arcilla disminuyen ligeramente, -0.94 %, -1.07% y -1.68%, para el ladrillo kk barbadillo, kk pirámide y pandereta respectivamente; mientras que el ladrillo de concreto disminuye drásticamente -44.39 %. Para este último se puede identificar que la dosificación usada en su elaboración es baja con respecto a la cantidad de cemento, ya que ante la presencia de agua su estructura se desvanece.

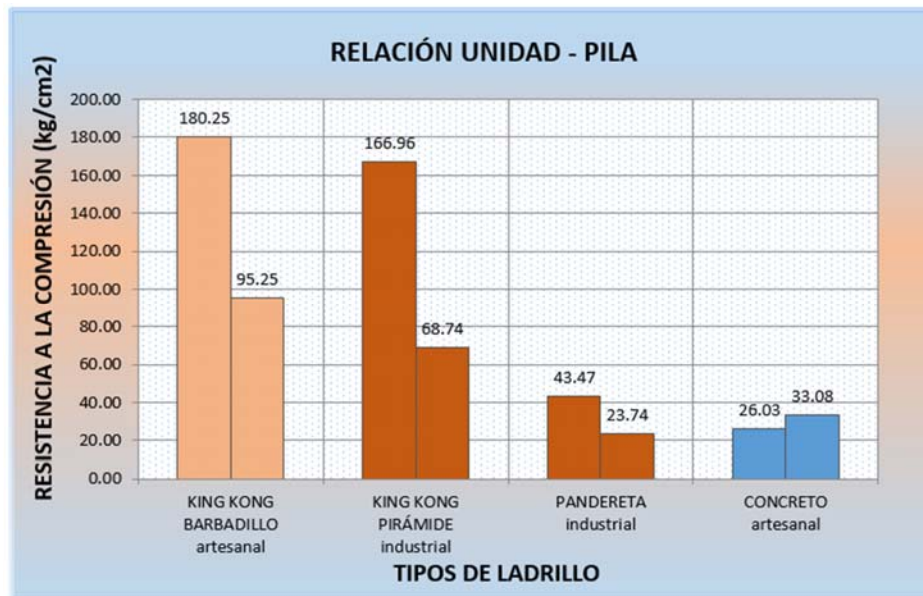
Figura 35. Gráfico comparativo unidad seca y unidad húmeda



Elaboración: Los autores

- La resistencia a la compresión de unidad en comparación al de las pilas es mayor en el caso de los ladrillos de arcilla, mientras que en el caso en los ladrillos de concreto la resistencia es más alta cuando está elaborado en pilas (ver figura 36). Estos resultados son diferentes debido a que durante la construcción de la pila intervienen varios factores, como por ejemplo el tipo de material, el espesor del mortero y la calidad de la mano de obra. La similitud que existen entre los materiales del mortero y el ladrillo de concreto hacen que las partículas de estos dos elementos se unan al construirse la pila, y de esta forma adquiere mayor resistencia, situación que no sucede entre la arcilla y el mortero

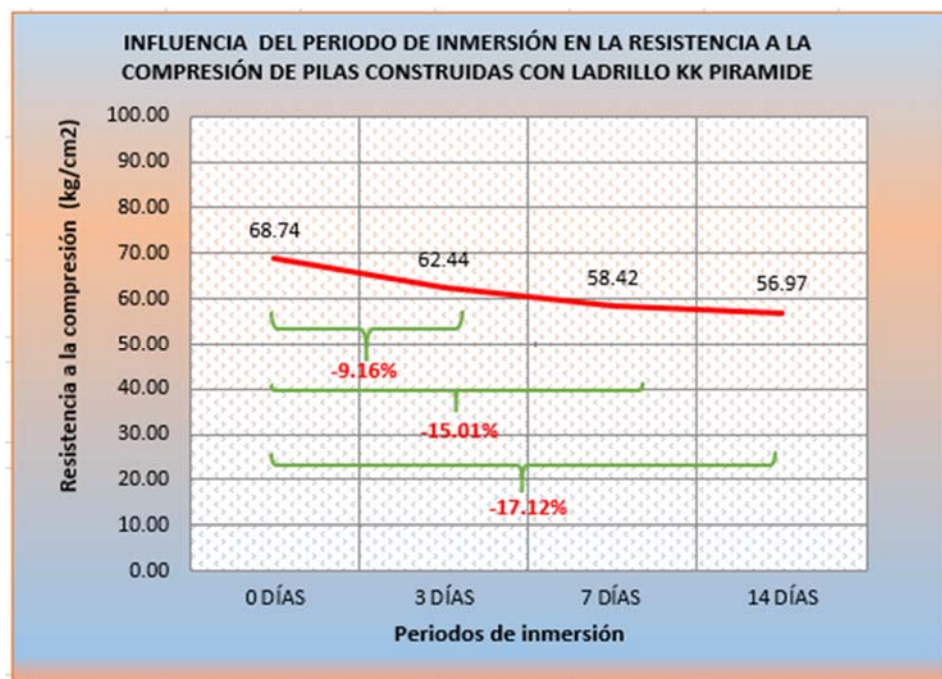
Figura 36. Gráfico comparativo entre unidad y pila



Elaboración: Los autores

- Los ladrillos King Kong Pirámide al ser inmersos en agua durante un periodo de 3, 7, 14 días, disminuyen su resistencia en 9.16%, 15.01%, 17.12% respectivamente (ver figura 38). Durante los tres periodos de inmersión la resistencia disminuye ligeramente, representada en el gráfico con una menor pendiente, -6.3 kg/cm², -4.02 kg/cm² y 1.45 kg/cm², en los periodos de 0-3, 3-7 y de 7-14 días, respectivamente.

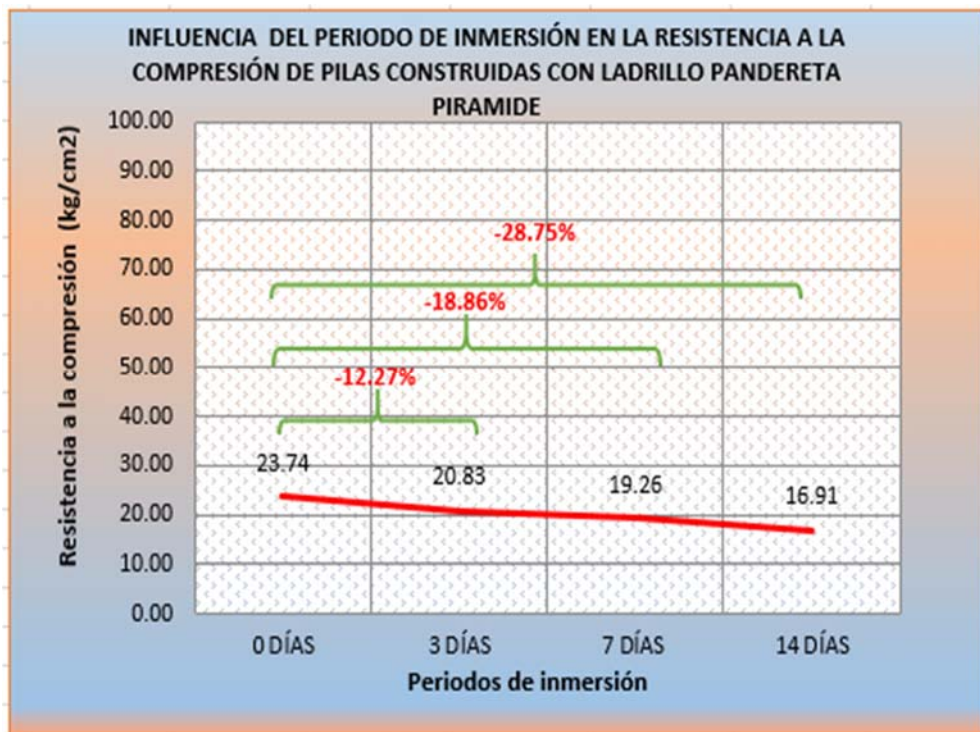
Figura 38. Gráficos de resultados para ladrillo kk Pirámide



Elaboración: Los autores

- Los ladrillos pandereta al ser inmersos en agua durante un periodo de 3, 7, 14 días, disminuyen su resistencia en -12.27%, -18.86%, -28.75%, respectivamente (ver figura 39). Durante los tres periodos de inmersión, al igual que el caso anterior, la resistencia disminuye ligeramente, representada en el gráfico con una menor pendiente, -2.91 kg/cm², -1.57 kg/cm² y 2.35 kg/cm², en los periodos de 0-3, 3-7 y de 7-14 días, respectivamente.

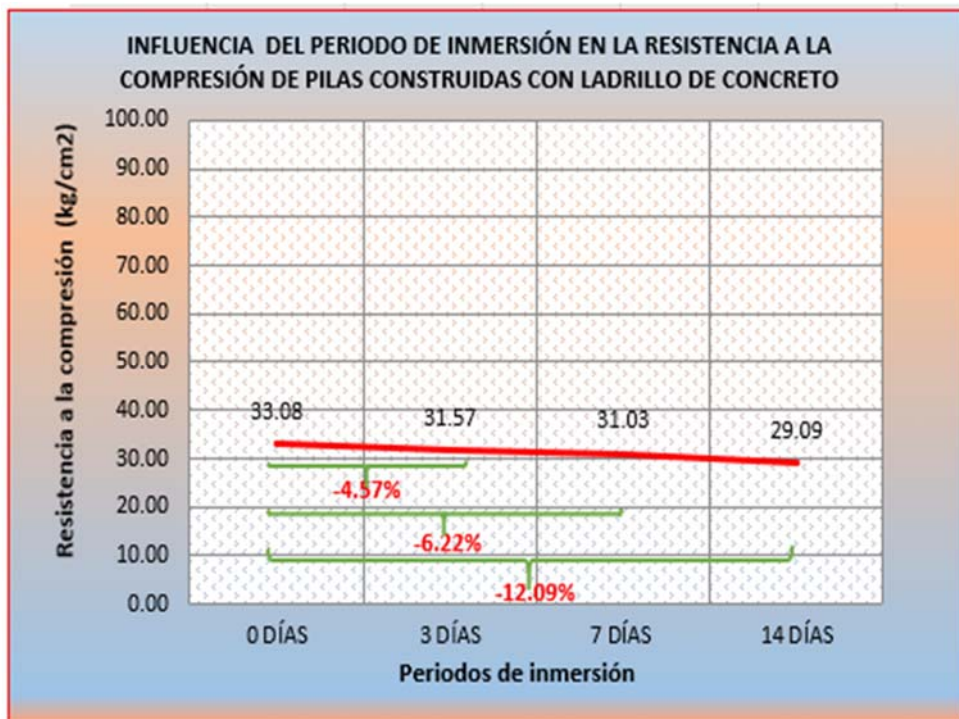
Figura 39. Gráficos de resultados para ladrillo Pandereta Pirámide



Elaboración: Los autores

- Los ladrillos de concreto al ser inmersos en agua durante un periodo de 3, 7, 14 días, disminuyen su resistencia en -4.57%, -6.22%, -12.09% respectivamente (ver figura 40). Durante los tres periodos de inmersión, la resistencia disminuye casi linealmente, representada en el gráfico como una recta de una sola pendiente, -1.51 kg/cm², -0.54 kg/cm² y -1.94 kg/cm², en los periodos de 0-3, 3-7 y de 7-14 días, respectivamente.

Figura 40. Gráficos de resultados para ladrillo de concreto



Elaboración: Los autores

CONCLUSIONES

1. El periodo de inmersión al agua de 3,7 y 14 días influye en **-17.12 %**, **-27.19 %** y **-30.29 %**, respectivamente, en la resistencia a la compresión de muros de albañilería construidos con ladrillo **King Kong barbadillo**.
2. El periodo de inmersión al agua de 3,7 y 14 días influye en **-9.16 %**, **-15.01 %** y **-17.12 %**, respectivamente, en la resistencia a la compresión de muros de albañilería construidos con ladrillo **King Kong pirámide**.
3. El periodo de inmersión al agua de 3,7 y 14 días influye en **-12.27 %**, **-18.86 %** y **-28.75 %**, respectivamente, en la resistencia a la compresión de muros de albañilería construidos con ladrillo **pandereta**.
4. El periodo de inmersión al agua de 3,7 y 14 días influye en **-4.57 %**, **-6.22 %** y **-12.09 %**, respectivamente, en la resistencia a la compresión de muros de albañilería construidos con ladrillo **de concreto artesanal**.

RECOMENDACIONES

1. Habitar las viviendas construidas con ladrillos King Kong Barbadillo, expuestas al contacto con el agua durante un periodo de 3,7 y 14 días, es recomendable; debido a que a pesar de la disminución de resistencia éstas siguen manteniendo una capacidad de carga alta.
2. Reforzar o mejorar las viviendas construidas con ladrillos King Kong Pirámide, expuestas al contacto con el agua durante un periodo de 3,7 y 14 días, debido a que el valor de su resistencia queda mínimamente por debajo del rango considerado como estructural.
3. No habitar viviendas cuyos muros estructurales están contruidos con ladrillos pandereta o ladrillos de concreto, debido a que la resistencia que presentan es baja, lo cual genera un peligro constante debido a su vulnerabilidad ante presencia de sismos. Además, al ser expuestas a humedad, su resistencia disminuye, lo que los hace aún más vulnerables.
4. Usar ladrillos de concreto con mayor capacidad de carga, debido a que tienen menor disminución de resistencia a la compresión ante la presencia de agua. De esta forma podrían mantenerse dentro los límites de muros estructurales durante un periodo de inmersión mayor.
5. Continuar la investigación con otros elementos que conforman la estructura como columnas y placas, para conocer el estado de las mismas luego de ser expuestas a humedad.
6. Considerar el impacto mecánico producido por la corriente de agua.
7. Considerar la influencia del tipo de suelo en la humedad del muro de albañilería.

8. Considerar los componentes químicos del agua que podrían afectar las estructuras.
9. Considerar los ciclos de secado y de humedecimiento continuo.
10. Considerar la influencia del tarrajeo del muro, al someterlo a periodos de inmersión. Se pueden variar la dosificación y los espesores (**ver anexo 3**).

ANEXOS

	Página.
ANEXO 1. Matriz de Consistencia.	98
ANEXO 2. Turnitin.....	99
ANEXO 3. Pilas de albañilería tarrajeadas.....	103
ANEXO 4. Boletas de Compra.....	107
ANEXO 5. Fichas técnicas.....	111
ANEXO 6. Registro fotográfico	114
ANEXO 7. Normas	121
ANEXO 8. Certificados de Calibración de equipos.....	138

ANEXO 1. Matriz de Consistencia.

INFLUENCIA DEL PERIODO DE INMERSIÓN AL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CONSTRUIDOS CON LADRILLO INDUSTRIAL Y ARTESANAL					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿En qué medida influye el periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo industrial y artesanal?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿En qué medida influye el periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo King Kong 18 huecos Barbadillo?</p> <p>¿En qué medida influye el periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo King Kong 18 huecos Pirámide?</p> <p>¿En qué medida influye el periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo pandereta?</p> <p>¿En qué medida influye el periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo de concreto?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar la influencia del periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo industrial y artesanal.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar la influencia del periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo King Kong 18 huecos Barbadillo.</p> <p>Determinar la influencia del periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo King Kong 18 huecos Pirámide.</p> <p>Determinar la influencia del periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo pandereta.</p> <p>Determinar la influencia del periodo de inmersión al agua en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillos de concreto.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El periodo de inmersión al agua influye negativamente en la resistencia a la compresión de muros de albañilería construidos con ladrillo industrial y artesanal.</p> <p>Hipótesis Específica</p> <p>El periodo de inmersión al agua influye negativamente en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo King Kong 18 huecos Barbadillo.</p> <p>El periodo de inmersión al agua influye negativamente en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo King Kong 18 huecos Pirámide.</p> <p>El periodo de inmersión al agua influye negativamente en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo Pandereta.</p> <p>El periodo de inmersión al agua influye negativamente en la resistencia a la compresión de muros de albañilería, construidos con ladrillo ladrillos de concreto.</p>	<p>Independiente</p> <p>Periodo de exposición al agua.</p> <p>Dependiente</p> <p>Resistencia a la compresión.</p>	<p>Independiente</p> <p>Ladrillo King Kong 18 huecos Barbadillo</p> <p>Ladrillo King Kong 18 huecos Pirámide</p> <p>Ladrillo pandereta</p> <p>Ladrillos de concreto</p> <p>Dependiente</p> <p>Carga Axial</p> <p>Área bruta</p>	<p style="text-align: center;">Diseño</p> <p>Orientación: Aplicada (se aplicó de manera práctica los conocimientos existentes).</p> <p>Enfoque: Cuantitativo (se presentan datos numéricos).</p> <p>Tipo: Descriptivo (Describe los hechos como son observados y puede ofrecer la posibilidad de predicciones).</p> <p>Nivel: Descriptivo (describe fenómenos en una circunstancia temporal y geográfica determinada. Se describe las frecuencias y los promedios).</p> <p>Diseño: Experimental – Prospectivo – longitudinal (Se generan datos como consecuencia de ensayos de laboratorio).</p> <p style="text-align: center;">Población y muestra</p> <p>Población: edificaciones con muros de albañilería construidos con ladrillo industrial y artesanal.</p> <p>Muestra: pilas de albañilería de tres filas según norma técnica E.070 especificada en el capítulo quinto.</p> <p style="text-align: center;">Instrumentos</p> <p>Observación, ensayos de laboratorio, entrevista, formatos.</p> <p style="text-align: center;">Procedimiento</p> <p>Se seleccionaron 60 unidades de albañilería de cada tipo, 10 de ellas para ejecutar ensayos de unidad y 50 para la elaboración de pilas. Se respetó el tiempo de secado de las mismas de 21 días, considerado en la norma E-070, con un factor de incremento a 28 días de 1.00. Luego de este periodo y con la finalidad de tener una resistencia de referencia, se realizó el ensayo, a compresión axial, de tres muestras por cada tipo. Luego del periodo secado de 28 días, se sumergieron en agua 9 muestras, por cada tipo, las cuales fueron ensayadas a compresión axial en los periodos de 3 días, 7 días y 14 días.</p>

ANEXO 2

TURNITIN

ANEXO 2. Turnitin

Influencia del periodo de inmersión

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	www.indecopi.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%

10	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
11	www.google.com Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
13	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
14	M. L. Martínez, D. Eliche, N. Cruz, F. A. Corpas. "Utilización de bagazo de la industria cervecera para la producción de ladrillos para construcción", Materiales de Construcción, 2012 Publicación	<1 %
15	abejaespacial.com Fuente de Internet	<1 %
16	intranet.cip.org.pe Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
18	Submitted to Markham College Trabajo del estudiante	<1 %

19	id.scribd.com Fuente de Internet	<1%
20	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%
21	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
22	200.31.69.10 Fuente de Internet	<1%
23	esdocs.com Fuente de Internet	<1%
24	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
25	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
26	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1%
27	pr.co.id Fuente de Internet	<1%
28	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
29	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
30	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
31	ebookmarket.org Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 8 words

Excluir bibliografía

Activo

ANEXO 3

PILAS DE ALBAÑILERÍA TARRAJEADAS

ANEXO 3. Pilas de albañilería tarrajeadas

Como información adicional se ejecutaron ensayos de compresión a pilas de albañilería tarrajeadas, a fin de determinar su influencia en la variación de la resistencia a compresión. Este estudio puede ser desarrollado por futuros tesisistas, debido a que existen diversos factores que intervienen en la calidad del mortero, como por ejemplo el espesor, la dosificación, las características de los agregados, etc. De esta forma la investigación se amplía.

El fin de presentar estos resultados es generar inquietud para próximas investigaciones.

Se evaluó primero la capacidad de resistencia de pilas tarrajeadas secas a 14 días de su elaboración, por lo que los resultados se multiplicaron por un factor de corrección de 1.10, para proyectarnos a la edad de 28 días. Estos resultados se muestran en las tablas A y B.

Tabla A. Dimensiones de muestras para ensayo.

TIPO	MUESTRA	DIMENSIONES	
		A (cm)	L (cm)
KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	14.10	24.95
	k2	14.95	25.15
	k3	14.50	25.30
PANDERETA PIRÁMIDE industrial	P1	12.60	24.75
	P2	12.60	24.45
	P3	12.60	25.00
CONCRETO artesanal	C1	15.65	25.75
	C2	16.10	25.50
	C3	16.85	25.60

Tabla B. Resultados de ensayo a compresión

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - SECO (14 días - factor de corrección 1.10 según NTP E-070)							
FECHA	TIPO	MUESTRA	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg)	f'm 14 días (kg/cm ²)	f'm 28 días (kg/cm ²)	f'm prom (kg/cm ²)
17/10/2018	KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	351.80	24908.00	70.80	77.88	76.07
17/10/2018		k2	375.99	25279.00	67.23	73.96	
17/10/2018		k3	366.85	25469.00	69.43	76.37	
17/10/2018	PANDERETA PIRÁMIDE industrial	P1	311.85	10706.00	34.33	37.76	47.22
17/10/2018		P2	308.07	14933.00	48.47	53.32	
17/10/2018		P3	315.00	14480.00	45.97	50.57	
17/10/2018	CONCRETO artesanal	C1	402.99	18919.00	46.95	51.64	49.56
17/10/2018		C2	410.55	18438.00	44.91	49.40	
17/10/2018		C3	431.36	18675.00	43.29	47.62	

Luego se evaluó la capacidad de resistencia de pilas tarrajeadas húmedas, inmersas en agua durante un periodo de 3 días. El ensayo se realizó a 21 días de su elaboración, por lo que los resultados se multiplicaron por un factor de corrección de 1.0, para proyectarnos a la edad de 28 días. Estos resultados se muestran en las tabla C y D.

Tabla C. Dimensiones de muestras para ensayo.

TIPO	MUESTRA	DIMENSIONES	
		A (cm)	L (cm)
KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	14.75	25.30
	k2	14.75	25.50
	k3	14.60	25.35
PANDERETA PIRÁMIDE industrial	P1	13.10	24.70
	P2	12.75	25.40
	P3	12.85	25.10
CONCRETO artesanal	C1	16.20	25.90
	C2	16.30	25.00
	C3	16.25	25.30

Tabla D. Resultados de ensayo a compresión

RESIS. A COMPRESIÓN - 3 DÍAS DE INMERSIÓN (21 días - factor de corrección 1.0 según NTP E-070)							
FECHA	TIPO	MUESTRA	ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg)	f'm 21 días (kg/cm ²)	f'm 28 días (kg/cm ²)	f'b prom (kg/cm ²)
24/10/2018	KING KONG PIRÁMIDE industrial	k1	373.18	23886.00	64.01	64.01	62.71
24/10/2018		k2	376.13	23342.00	62.06	62.06	
24/10/2018		k3	370.11	22967.00	62.05	62.05	
24/10/2018	PANDERETA PIRÁMIDE industrial	P1	323.57	10439.00	32.26	32.26	30.88
24/10/2018		P2	323.85	9674.00	29.87	29.87	
24/10/2018		P3	322.54	9836.00	30.50	30.50	
24/10/2018	CONCRETO artesanal	C1	419.58	13587.00	32.38	32.38	36.58
24/10/2018		C2	407.50	16285.00	39.96	39.96	
24/10/2018		C3	411.13	15369.00	37.38	37.38	

La variación de resultados se muestra en la tabla E, donde se aprecia que también existe disminución de resistencia en función al periodo de inmersión. Si comparamos estos resultados con los obtenidos en los ensayos de compresión de pilas sin tarrajeo inmersas en agua durante el mismo periodo (véase tabla 25), notamos que existe una mayor disminución de resistencia cuando los ladrillos están tarrajeados. Esto puede deberse a la capacidad de absorción que tiene el mortero.

Tabla E. Variación de resultados

RELACIÓN PERIODOS DE INMERSIÓN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'm$ (kg/cm ²)		
TIPO	0 DÍAS	3 DÍAS
KK PIRÁMIDE industrial	76.07	62.71
Variación		-17.57%
PANDERETA industrial	47.22	30.88
Variación		-34.61%
CONCRETO artesanal	49.56	36.58
Variación		-26.19%


Se recomienda tomar en cuenta estos resultados para futuras investigaciones, considerando los factores antes mencionados como: espesor, dosificación y características de los agregados.

ANEXO 4

BOLETAS DE COMPRA

ANEXO 4. Boletas de Compra

a) Boleta de compra NTP 339.613: 2017



INACAL
INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD

CALLE LAS CAMELIAS N° 817 DPTO 201
Urb. CHACARILLA DE SANTA CRUZ
San Isidro - Lima
LIMA-PERU
Telefono: (01) 640 - 8820

R.U.C. 20600283015
Registro : 07142
BOLETA ELECTRÓNICA
B001 N° 00003381

Expediente : 1190-18 Proforma : 1190-18

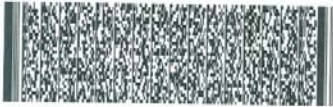
Señor (es) : SOTOMAYOR HIDALGO FRANCK WILLIAMS
Dirección :
Condición : CONTADO

Fecha Emisión : 28/08/2018
DNI : 70839318


Cantidad	Código	Arancel	Descripción	Precio Uni.	Valor Total
1.0	DN	517DH	NTP 399.613.2017	S/ 63.40	S/ 63.40
Son : SESENTA Y TRES CON 40/100 SOLES					
Importe Total					S/ 63.40

Lima, 28 de Agosto del 2018

CANCELADO
INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD
INACAL



b) Boleta de compra Ladrillera Barbadillo



CONSORCIO SAN JOSE S.A.C.
DISTRIBUIDOR DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Herramientas, Artículos, Eléctricos - Ferrería en General
Materiales de Pinturas en General
POR MAYOR Y MENOR
SERVICIO DE TRANSPORTE
Atención Domingos y Feriados y a Domicilio
Mz. H Lote 11 Lomas De Pachacamac - Pachacamac - Lima - Lima
Telf.: 368-0513 Cel.: 92983-7566 / 99835-2976 / 95809-5846

R.U.C. N° 20536149229
BOLETA DE VENTA
0001- N° 021262

Señor(es): HERNANDEZ VALER FRANZ JOSEFI Vendedor:

Dirección: DNI.: 70001813 Fecha: 28/08/2018 00:00:00


CODIGO	CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	IMPORTE
05005	60.00	LADRILLO HUECO 13 X KINGKONG UNID ITAL CERAMIC	60.00	3600.00
05009	60.00	LADRILLO PANDERETA UNID ITAL CERAMIC	30.00	1800.00
01741	2.00	CEMENTO SOL BOLSA	22.50	45.00

CONSORCIO SAN JOSE S.A.C.

28 AGO. 2018

CANCELADO

SE ACEPTAN TARJETAS DE CREDITO



TOTAL S/ 5845.00

USUARIO

d) Boleta de compra Ladrillera Pirámide

PROMART

Homecenters Peruanos S.A.
AV. AVIACION 2405
LIMA - LIMA - SAN BORJA
RUC 20536557858
BOLETA DE VENTA ELECTRONICA
8A17-00731970

CAJERO	:	73506022
2000000177007	LADRILLO KING KONG 1	
	70 X	.61 42.70
2000000177076	LADRILLO PANDERETA R	
	70 X	.50 35.00
SUBTOTAL	S/	77.70
140 UNIDAD(ES)		
OP. GRAVADA		65.85
I.G.V.	S/	11.85
IMPORTE TOTAL	S/	77.70
TOTAL A PAGAR	S/	77.70
SESENTA Y SIETE Y 70/100 SOLES		
TD VISA		77.70
4551*****1627		
VUELTO		0.00

5z0t0K2F/fX6C1EztSk5Pm5Xr5g=

En caso de haber efectuado una donacion le informamos que este ticket no representa un certificado de donacion. De requerirlo favor solicitarlo a teleton.pe

TeletonPeru 2018
#NosFaltasTu

Autorizado mediante resolucion Nro. 032005000064/SUNAT Representacion impresa de la factura electronica consulte su documento en www.promart.pe

Te invitamos a opinar sobre tu visita en <https://www.promart.pe/danostuopinion>

N° Ticket:517-396603140918

ID: 990182579087332
*****1627

TER: 30018969 LOTE:798 REF:1460
AP:063414 FECHA:14/09/2018 HORA:17:28
S/ 77.70

No pierda de vista su tarjeta al comprar

CLIENTE: CLIENTE ..



3966 0517/003/016 14/09/18 17:27 AC-00

ANEXO 5


Fichas técnicas

ANEXO 5. Fichas técnicas



FICHA TÉCNICA

Actualizado el 01 de Marzo 2017

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO				
		KING KONG 18 HUECOS		
USO:		<i>Ladrillo para muros portantes.</i>		
MATERIAS PRIMAS:		Unidad	Especificación Interna	Requisitos Normados:
<i>Mezcla de arcillas.</i>				NTP. 399.613 NTP. 331.017 RNE. 070
PROPIEDADES FÍSICAS:				
PESO: Mínimo - Máximo		Kg	2.610 - 2.800	-
DIMENSIONES:				
	Largo	cm	23.0	2% 22.5 Min. 23.5 Máx.
	Ancho	cm	12.5	3% 12.1 Min. 12.9 Máx.
	Alto	cm	9.0	3% 8.7 Min. 9.3 Máx.
ABSORCIÓN DE AGUA		%	< 22.0	Máx. 22.0
ÁREA DE VACÍOS		%	45 - 48	-
ALABEO		mm	< 4.0	Máx. 4.0
DENSIDAD		g/cm ³	1.90 - 2.00	-
EFLORESCENCIA		-	No presenta	No presenta
CLASE		-	Tipo IV	Tipo IV
RENDIMIENTO	Mortero 1.0 cm	Und/m ²	Soga / Cabeza	42 74
	Mortero 1.5 cm	Und/m ²	Soga / Cabeza	39 68
PROPIEDADES MECÁNICAS:				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		Kg/cm ²	> 130	Min. 130

Nota:

Ladrillo fabricado para ser usado en muros portantes de moderada resistencia a la compresión, de uso en la construcción con recubrimiento (tarrajeo) tanto en interiores como en exteriores de la edificación.




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

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

www.ladriillospiramide.com

FICHA TÉCNICA

Actualizado el 01 de Marzo 2017

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO				
		PANDERETA RAYA		
USO:		<i>Ladrillo para tabiquería.</i>		
MATERIAS PRIMAS:		Unidad	Especificación Interna	Requisitos Normados:
<i>Mezcla de arcillas.</i>				NTP. 399.613 NTP. 331.017 RNE. 070
PROPIEDADES FÍSICAS:				
PESO: Mínimo - Máximo		Kg	2.050 - 2.200	-
DIMENSIONES:				
	Largo	cm	23.0	2% 22.5 Mín. 23.5 Máx.
	Ancho	cm	11.0	3% 10.7 Mín. 11.3 Máx.
	Alto	cm	9.3	3% 9.0 Mín. 9.6 Máx.
ABSORCIÓN DE AGUA		%	< 22.0	Máx. 22.0
ÁREA DE VACÍOS		%	66 - 70	-
ALABEO		mm	< 4.0	Máx. 4.0
DENSIDAD		g/cm ³	1.90 - 2.00	-
EFLORESCENCIA		-	No presenta	No presenta
RENDIMIENTO		Und/m ²	Mortero 1.0 cm	42
		Und/m ²	Mortero 1.5 cm	39
PROPIEDADES MECÁNICAS:				
RESISTENCIA A LA FLEXO-TRACCIÓN		Kg/cm ²	> 40.0	-

Nota:

Ladrillo utilizado para la construcción de muros divisorios (tabiquería) dónde no se aplica carga portante, con una mayor área de agarre para el tarrajeo gracias a su acanalado diseño.

ANEXO 6

Registro Fotográfico

ANEXO 6. Registro fotográfico

Foto N° 01 Calle Dos de Mayo y Sector Nery - Huarmey



Foto N° 02 Compra de materiales



Foto N° 03 Ensayos a la unidad - Absorción



Foto N° 04 Ensayos a la unidad - Absorción



Foto N° 05 Ensayos a la unidad - Succión



Foto N° 06 Toma de dimensiones de las unidades



Foto N° 07 Corte de las unidades



Foto N° 08 inmersión al agua de ½ unidad de albañilería (24 h)



Foto N° 09 Ensayos a la ½ unidad seco y húmedo- Compresión



Foto N° 10 Lavado de finos, tamizado y obtención de pesos



Foto N° 11 Muestras de mortero



Foto N° 12 Compresión de mortero



Foto N° 13 elaboración de las pilas

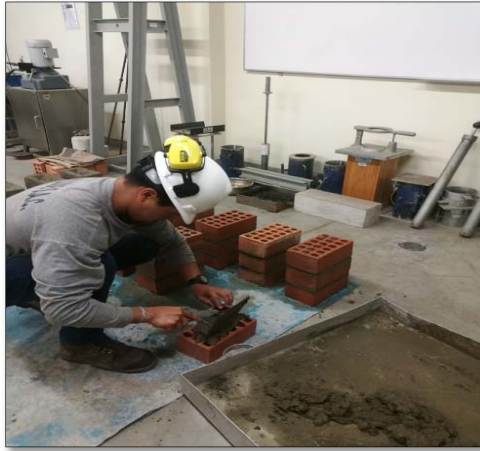


Foto N° 14 Proceso de fraguado



Foto N° 15 Ensayo de compresión muro sin inmersión al agua

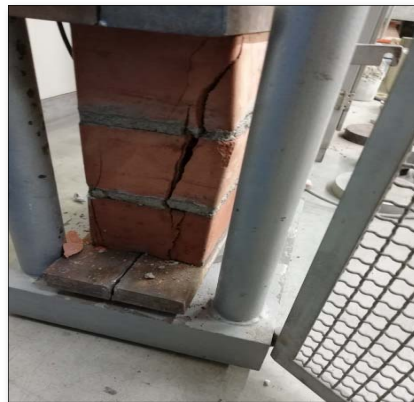


Foto N° 16 Ensayo de compresión muro con inmersión al agua



Foto N° 17 Tarrajeo de muro



Foto N° 18 Ensayo de compresión muro tarrajeado



ANEXO 7

NORMA E070

ANEXO 7. Normas

a) Norma E070

El Peruano		NORMAS LEGALES		295
Lima, 22 de mayo de 2008				
NORMA E.070				
ALBAÑILERÍA				
ÍNDICE DE FÓRMULAS Y VALORES DE DISEÑO				
FÓRMULA o VALOR DE DISEÑO	Artículo			
Resistencia característica de la albañilería (f_m, v_m)	13.7			
Espesor efectivo mínimo de los muros portantes (t)	19.1a			
Esfuerzo axial máximo permitido en los muros portantes	19.1b			
Resistencia admisible en la albañilería por carga concentrada coplanar o resistencia al aplastamiento	19.1c			
Densidad mínima de muros reforzados	19.2b			
Módulo de elasticidad de la albañilería (E_m)	24.7			
Fuerza cortante admisible en los muros ante el sismo moderado	26.2			
Fuerza cortante de agrietamiento diagonal o resistencia al corte (V_{ca})	26.3			
Resistencia al corte mínima del edificio ante sismos severos	26.4			
Refuerzo horizontal mínimo en muros confinados	27.1			
Carga sísmica perpendicular al plano de los muros	29.6			
Momento flector por carga sísmica ortogonal al plano de los muros	29.7			
Esfuerzo admisible de la albañilería por flexocompresión	30.7			
Esfuerzo admisible de la albañilería en tracción por flexión	30.7			
Factores de seguridad contra el volteo y deslizamiento de los cercos	31.6			
Resistencia de un tabique ante acciones sísmicas coplanares	33.4			

tablecidos por la mecánica y la resistencia de materiales. Al determinarse los esfuerzos en la albañilería se tendrá en cuenta los efectos producidos por las cargas muertas, cargas vivas, sismos, vientos, excentricidades de las cargas, torsiones, cambios de temperatura, asentamientos diferenciales, etc. El análisis sísmico contemplará lo estipulado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente, así como las especificaciones de la presente Norma.

2.2. Los elementos de concreto armado y de concreto ciclópeo satisfarán los requisitos de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado, en lo que sea aplicable.

2.3. Las dimensiones y requisitos que se estipulan en esta Norma tienen el carácter de mínimos y no eximen de manera alguna del análisis, cálculo y diseño correspondiente, que serán los que deben definir las dimensiones y requisitos a usarse de acuerdo con la función real de los elementos y de la construcción.

2.4. Los planos y especificaciones indicarán las dimensiones y ubicación de todos los elementos estructurales, del acero de refuerzo, de las instalaciones sanitarias y eléctricas en los muros; las precauciones para tener en cuenta la variación de las dimensiones producidas por deformaciones diferidas, contracciones, cambios de temperatura y asentamientos diferenciales; las características de la unidad de albañilería, del mortero, de la albañilería, del concreto, del acero de refuerzo y de todo otro material requerido; las cargas que definen el empleo de la edificación; las juntas de separación sísmica; y, toda otra información para la correcta construcción y posterior utilización de la obra.

2.5. Las construcciones de albañilería podrán clasificarse como «tipo resistente al fuego» siempre y cuando todos los elementos que la conforman cumplan los requisitos de esta Norma, asegurando una resistencia al fuego mínima de cuatro horas para los muros portantes y los muros perimetrales de cierre, y de dos horas para la tabiquería.

2.6. Los tubos para instalaciones secas: eléctricas, telefónicas, etc. sólo se alojarán en los muros cuando los tubos correspondientes tengan como diámetro máximo 55 mm. En estos casos, la colocación de los tubos en los muros se hará en cavidades dejadas durante la construcción de la albañilería que luego se rellenarán con concreto, o en los alvéolos de la unidad de albañilería. En todo caso, los recorridos de las instalaciones serán siempre verticales y por ningún motivo se picará o se recortará el muro para alojarlas.

2.7. Los tubos para instalaciones sanitarias y los tubos con diámetros mayores que 55 mm, tendrán recorridos fuera de los muros portantes o en falsas columnas y se alojarán en ductos especiales, o en muros no portantes.

2.8. Como refuerzo estructural se utilizará barras de acero que presenten comportamiento dúctil con una elongación mínima de 9%. Las cuantías de refuerzo que se presentan en esta Norma están asociadas a un esfuerzo de fluencia $f_y = 412 \text{ MPa}$ (4200 Kg/cm^2), para otras situaciones se multiplicará la cuantía especificada por $412/f_y$ (en MPa) ó $4200/f_y$ (en kg/cm^2).

2.9. Los criterios considerados para la estructuración deberán ser detallados en una memoria descriptiva estructural tomando en cuenta las especificaciones del Capítulo 6

CAPÍTULO 2 DEFINICIONES Y NOMENCLATURA

Artículo 3. DEFINICIONES

3.1. **Albañilería o Mampostería.** Material estructural compuesto por «unidades de albañilería» asentadas con mortero o por «unidades de albañilería» apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.

3.2. **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.

3.3. **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.

3.4. **Albañilería No Reforzada.** Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta Norma.

3.5. **Albañilería Reforzada o Albañilería Estructural.** Albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de esta Norma.

3.6. **Altura Efectiva.** Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considerará como el doble de su altura real.

3.7. **Arriostre.** Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano.

3.8. **Borde Libre.** Extremo horizontal o vertical no arriostreado de un muro.

3.9. **Concreto Líquido o Grout.** Concreto con o sin agregado grueso, de consistencia fluida.

3.10. **Columna.** Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento.

3.11. **Confinamiento.** Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante.

3.12. **Construcciones de Albañilería.** Edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería.

3.13. **Espesor Efectivo.** Es igual al espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas u otras indentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido, el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre la longitud del muro.

3.14. **Muro Arriostreado.** Muro provisto de elementos de arriostre.

3.15. **Muro de Arriostre.** Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral.

3.16. **Muro No Portante.** Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos.

3.17. **Muro Portante.** Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical.

3.18. **Mortero.** Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.

3.19. **Placa.** Muro portante de concreto armado, diseñado de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.

3.20. **Plancha.** Elemento perforado de acero colocado en las hiladas de los extremos libres de los muros de albañilería armada para proveerles ductilidad.

3.21. **Tabique.** Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral.

3.22. **Unidad de Albañilería.** Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de silice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar ó tubular.

3.23. **Unidad de Albañilería Alveolar.** Unidad de Albañilería Sólida o Hueca con alvéolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical. Estas unidades son empleadas en la construcción de los muros armados.

3.24. **Unidad de Albañilería Apilable.** Es la unidad de Albañilería alveolar que se asienta sin mortero.

3.25. **Unidad de Albañilería Hueca.** Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

3.26. **Unidad de Albañilería Sólida (o Maciza)** Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

3.27. **Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta).** Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento.

3.28. **Viga Solera.** Viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arriostre y confinamiento.

Artículo 4.- NOMENCLATURA

- A = área de corte correspondiente a la sección transversal de un muro portante.
- A_b = área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento.
- A_{cf} = área de una columna de confinamiento por corte fricción.
- A_n = área del núcleo confinado de una columna descontando los recubrimientos.
- A_s = área del acero vertical u horizontal.
- A_{vf} = área del acero vertical por corte fricción en una columna de confinamiento.
- A_{vt} = área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento.
- A_w = área de estribos cerrados.
- d = peralte de una columna de confinamiento (en la dirección del sismo).
- D_b = diámetro de una barra de acero.
- e = espesor bruto de un muro.
- E_c = módulo de elasticidad del concreto.
- E_s = módulo de elasticidad de la albañilería.
- f'_m = resistencia característica a compresión axial de las unidades de albañilería.
- f'_c = resistencia a compresión axial del concreto o del «grout» a los 28 días de edad.
- f'_m = resistencia característica a compresión axial de la albañilería.
- f'_t = esfuerzo admisible a tracción por flexión de la albañilería.
- f'_r = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.
- G_m = módulo de corte de la albañilería.
- h = altura de entrepiso o altura del entrepiso agrietado correspondiente a un muro confinado.
- I = momento de inercia correspondiente a la sección transversal de un muro.
- L = longitud total del muro, incluyendo las columnas de confinamiento (si existiesen).
- L_m = longitud del paño mayor en un muro confinado, ó 0,5 L; lo que sea mayor.
- L_t = longitud tributaria de un muro transversal al que está en análisis.
- M_e = momento flector en un muro obtenido del análisis elástico ante el sismo moderado.
- M_s = momento flector en un muro producido por el sismo severo.
- N = número de pisos del edificio o número de pisos de un pórtico.
- N_c = número total de columnas de confinamiento. $N_c \geq 2$. Ver la Nota 1.
- P = peso total del edificio con sobrecarga reducida según se especifica en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.
- P_t = carga gravitacional de servicio en un muro, con sobrecarga reducida.
- P_v = carga vertical de servicio en una columna de confinamiento.
- P_s = carga axial sísmica en un muro obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.
- P_m = carga gravitacional máxima de servicio en un muro, mefrada con el 100% de sobrecarga.
- P_a = carga axial en un muro en condiciones de sismo severo.
- P_t = carga de gravedad tributaria proveniente del muro transversal al que está en análisis.
- s = separación entre estribos, planchas, o entre refuerzos horizontales o verticales.
- S = factor de suelo especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- t = espesor efectivo del muro.
- t_n = espesor del núcleo confinado de una columna correspondiente a un muro confinado.
- U = factor de uso o importancia, especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- V_e = fuerza cortante absorbida por una columna de confinamiento ante el sismo severo.
- V_s = fuerza cortante en un muro, obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.
- V_{ei} = fuerza cortante en el entrepiso «i» del edificio producida por el sismo severo.
- V_{si} = fuerza cortante producida por el sismo severo en el entrepiso «i» de uno de los muros.
- V'_m = resistencia al corte en el entrepiso «i» de uno de los muros.

- v_m = resistencia característica de la albañilería al corte obtenida de ensayos de muretes a compresión diagonal.
- Z = factor de zona sísmica especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- δ = factor de confinamiento de la columna por acción de muros transversales.
- $\delta = 1$, para columnas de confinamiento con dos muros transversales.
- $\delta = 0,8$, para columnas de confinamiento sin muros transversales o con un muro transversal.
- ϕ = coeficiente de reducción de resistencia del concreto armado (ver la Nota 2).
- $\phi = 0,9$ (flexión o tracción pura).
- $\phi = 0,85$ (corte fricción o tracción combinada con corte-fricción).
- $\phi = 0,7$ (compresión, cuando se use estribos cerrados).
- $\phi = 0,75$ (compresión, cuando se use zunchos en la zona confinada).
- ρ = cuantía del acero de refuerzo = $A_s / (s.t)$.
- σ = esfuerzo axial de servicio actuante en un muro = $P_v / (t.L)$.
- σ_m = $P_m / (t.L)$ = esfuerzo axial máximo en un muro.
- μ = coeficiente de fricción concreto endurecido - concreto.

Nota 1: En muros confinados de un paño sólo existen columnas extremas ($N_c = 2$); en ese caso: $L_m = L$.

Nota 2: El factor « ϕ » para los muros armados se proporciona en el Artículo 28 (28.3).

**CAPÍTULO 3
COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA**

Artículo 5.- UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

- a) Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- b) Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- c) Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- d) Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.

5.2. CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_m mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
	Ladrillo I	± 8	± 6		
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

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

5.3. LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sísmorresistente.

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Si, hasta dos pisos	Si
Sólido 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

*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

5.4. PRUEBAS

a) **Muestreo.** - El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

b) **Resistencia a la Compresión.** - Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (f_c) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

c) **Variación Dimensional.** - Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

d) **Alabeo.** - Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.

e) **Absorción.** - Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

5.5. ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD

a) Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.

b) La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.

c) El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.

d) La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.

e) La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.

f) La unidad de albañilería no tendrá resquebraaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.

g) La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

Artículo 6.- MORTERO

6.1. DEFINICIÓN. El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se

añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610.

6.2. COMPONENTES

a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

- Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009
- Cemento Adicionado IP, NTP 334.830

●Una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.

b) El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 3. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

**TABLA 3
GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA**

MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

●No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.

●El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.

●El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.

●No deberá emplearse arena de mar.

c) El agua será potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica.

6.3. CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES. Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes (ver la Tabla 4).

6.4. PROPORCIONES. Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas en la Tabla 4

TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

a) Se podrán emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albañilería, o morteros industriales (embolsado o pre-mezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos y se asegure la durabilidad de la albañilería.

b) De no contar con cal hidratada normalizada, especificada en el Artículo 6 (6.2*), se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla 4.

Artículo 7.- CONCRETO LÍQUIDO O GROUT

7.1. DEFINICIÓN. El concreto líquido o Grout es un material de consistencia fluida que resulta de mezclar cemento, agregados y agua, pudiéndose adicionar cal hidratada normalizada en una proporción que no exceda de 1/10 del volumen de cemento u otros aditivos que no disminuyan la resistencia o que originen corrosión del acero de refuerzo. El concreto líquido o grout se emplea para

rellenar los alvéolos de las unidades de albañilería en la construcción de los muros armados, y tiene como función integrar el refuerzo con la albañilería en un sólo conjunto estructural.

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

7.2. CLASIFICACIÓN. El concreto líquido o grout se clasifica en fino y en grueso. El grout fino se usará cuando la dimensión menor de los alvéolos de la unidad de albañilería sea inferior a 60 mm y el grout grueso se usará cuando la dimensión menor de los alvéolos sea igual o mayor a 60 mm.

7.3. COMPONENTES

a) Los materiales aglomerantes serán:

- Cemento Portland I, NTP 334.009
- Cemento Adicionado IP, NTP 334.830
- Una mezcla de cemento Portland o adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002

b) El agregado grueso será confitillo que cumpla con la granulometría especificada en la Tabla 5. Se podrá utilizar otra granulometría siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

MALLA ASTM	% QUE PASA
1/2 pulgada	100
3/8 pulgada	85 a 100
N° 4 (4,75 mm)	10 a 30
N° 8 (2,36 mm)	0 a 10
N° 16 (1,18 mm)	0 a 5

c) El agregado fino será arena gruesa natural, con las características indicadas en la Tabla 3.

d) El agua será potable y libre de sustancias, ácidos, álcalis y materia orgánica.

7.4. PREPARACIÓN Y FLUIDEZ. Los materiales que componen el grout (ver la Tabla 6) serán batidos mecánicamente con agua potable hasta lograr la consistencia de un líquido uniforme, sin segregación de los agregados, con un revenimiento medido en el Cono de Abrams comprendido entre 225 mm a 275 mm.

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	0 a 1/10	2 1/4 a 3 veces la suma de los aglomerantes	1 a 2 veces la suma de los aglomerantes

7.5. RESISTENCIA. El concreto líquido tendrá una resistencia mínima a compresión $f_c = 13,72 MPa$ ($40 kg/cm^2$). 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.

Artículo 8.- ACERO DE REFUERZO

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

8.2. Sólo se permite el uso de barras lisas en estribos y armaduras electrosoldadas usadas como refuerzo horizontal. La armadura electrosoldada debe cumplir con la

norma de Malla de Alambre de Acero Soldado para Concreto Armado (NTP 350.002).

Artículo 9.- CONCRETO

9.1. El concreto de los elementos de confinamiento tendrá una resistencia a la compresión mayor o igual a $17,15 MPa$ ($75 kg/cm^2$), y deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.

**CAPÍTULO 4
PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION**

Artículo 10.- ESPECIFICACIONES GENERALES

La mano de obra empleada en las construcciones de albañilería será calificada, debiéndose supervisar el cumplimiento de las siguientes exigencias básicas:

10.1. Los muros se construirán a plomo y en línea. No se atentará contra la integridad del muro recién asentado.

10.2. En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor. En las juntas que contengan refuerzo horizontal, el espesor mínimo de la junta será 6 mm más el diámetro de la barra.

10.3. Se mantendrá el temple del mortero mediante el reemplazo del agua que se pueda haber evaporado, por una sola vez. El plazo del reemplazo no excederá al de la fragua inicial del cemento.

10.4. Las unidades de albañilería se asentarán con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizará presionando verticalmente las unidades, sin bambolearlas. El tratamiento de las unidades de albañilería previo al asentado será el siguiente:

a) Para concreto y silico-calcareo: pasar una brocha húmeda sobre las caras de asentado o rociarlas.

b) Para arcilla: de acuerdo a las condiciones climatológicas donde se encuentra ubicadas la obra, regarlas durante media hora, entre 10 y 15 horas antes de asentarlas. Se recomienda que la succión al instante de asentarlas esté comprendida entre 10 a 20 gr/200 cm²-min (*).

(* *Un método de campo para evaluar la succión de manera aproximada, consiste en medir un volumen (V1, en cm³) inicial de agua sobre un recipiente de área definida y vaciar una parte del agua sobre una bandeja, luego se apoya la unidad sobre 3 puntos en la bandeja de manera que su superficie de asiento esté en contacto con una película de agua de 3 mm de altura durante un minuto, después de retirar la unidad, se vacía el agua de la bandeja hacia el recipiente y se vuelve a medir el volumen (V2, en cm³) de agua; la succión normalizada a un área de 200 cm², se obtiene como: $SUCCION = 200 \left(\frac{V1 - V2}{V1} \right) A$, expresada en gr/200 cm² - min, donde «A» es el área bruta (en cm²) de la superficie de asiento de la unidad.*

10.5. Para el asentado de la primera hilada, la superficie de concreto que servirá de asiento (losa o sobrecimiento según sea el caso), se preparará con anterioridad de forma que quede rugosa; luego se limpiará de polvo u otro material suelto y se la humedecerá, antes de asentar la primera hilada.

10.6. No se asentará más de 1,30 m de altura de muro en una jornada de trabajo. En el caso de emplearse unidades totalmente sólidas (sin perforaciones), la primera jornada de trabajo culminará sin llenar la junta vertical de la primera hilada, este llenado se realizará al iniciarse la segunda jornada. En el caso de la albañilería con unidades apilables, se podrá levantar el muro en su altura total y en la misma jornada deberá colocarse el concreto líquido.

10.7. Las juntas de construcción entre jornadas de trabajos estarán limpias de partículas sueltas y serán previamente humedecidas.

10.8. El tipo de aparejo a utilizar será de sogá, cabeza o el amarre americano, traslapándose las unidades entre las hiladas consecutivas.

10.9. El procedimiento de colocación y consolidación del concreto líquido dentro de las celdas de las unidades,

como en los elementos de concreto armado, deberá garantizar la ocupación total del espacio y la ausencia de cangrejeras. No se permitirá el vibrado de las varillas de refuerzo.

10.10. Las vigas peraltadas serán vaciadas de una sola vez en conjunto con la losa de techo.

10.11. Las instalaciones se colocarán de acuerdo a lo indicado en los Artículos 2 (2.6 y 2.7).

Artículo 11.- ALBAÑILERIA CONFINADA

Aparte de los requisitos especificados en el Artículo 10, se deberá cumplir lo siguiente:

11.1. Se utilizará unidades de albañilería de acuerdo a lo especificado en el Artículo 5 (5.3).

11.2. La conexión columna-albañilería podrá ser dentada o a ras:

a) En el caso de emplearse una conexión dentada, la longitud de la unidad saliente no excederá de 5 cm y deberá limpiarse de los desperdicios de mortero y partículas sueltas antes de vaciar el concreto de la columna de confinamiento.

b) En el caso de emplearse una conexión a ras, deberá adicionarse «chicotes» o «mechas» de anclaje (salvo que exista refuerzo horizontal continuo) compuestos por varillas de 6 mm de diámetro, que penetren por lo menos 40 cm al interior de la albañilería y 12.5 cm al interior de la columna más un doblez vertical a 90° de 10 cm; la cuantía a utilizar será 0,001 (ver el Artículo 2 (2.8).

11.3. El refuerzo horizontal, cuando sea requerido, será continuo y anclará en las columnas de confinamiento 12.5 cm con gancho vertical a 90° de 10 cm.

11.4. Los estribos a emplear en las columnas de confinamiento deberán ser cerrados a 135°, pudiéndose emplear estribos con ¼ de vuelta adicional, atando sus extremos con el refuerzo vertical, o también, zunchos que empiecen y terminen con gancho estándar a 180° doblado en el refuerzo vertical.

11.5. Los traslapes del refuerzo horizontal o vertical tendrán una longitud igual a 45 veces el mayor diámetro de la barra traslapada. No se permitirá el traslape del refuerzo vertical en el primer entrepiso, tampoco en las zonas confinadas ubicadas en los extremos de soleras y columnas.

11.6. El concreto deberá tener una resistencia a compresión (f_c) mayor o igual a 17,15 MPa (75 kg/cm²). La mezcla deberá ser fluida, con un revenimiento del orden de 12,7 cm (5 pulgadas) medida en el cono de Abrams. En las columnas de poca dimensión, utilizadas como confinamiento de los muros en aparejo de saga, el tamaño máximo de la piedra chancada no excederá de 1,27 cm (½ pulgada).

11.7. El concreto de las columnas de confinamiento se vaciará posteriormente a la construcción del muro de albañilería; este concreto empezará desde el borde superior del cimientado, no del sobrecimiento.

11.8. Las juntas de construcción entre elementos de concreto serán rugosas, humedecidas y libre de partículas sueltas.

11.9. La parte recta de la longitud de anclaje del refuerzo vertical deberá penetrar al interior de la viga solera o cimentación; no se permitirá montar su doblez directamente sobre la última hilada del muro.

11.10. El recubrimiento mínimo de la armadura (mediado al estribo) será 2 cm cuando los muros son tarrajeados y 3 cm cuando son caravista.

Artículo 12.- ALBAÑILERIA ARMADA

Aparte de los requisitos especificados en el Artículo 10, se deberá cumplir lo siguiente:

12.1. Los empalmes del refuerzo vertical podrán ser por traslape, por soldadura o por medios mecánicos.

a) Los empalmes por traslape serán de 60 veces el diámetro de la barra.

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

c) Los empalmes por medios mecánicos se harán con dispositivos que hayan demostrado mediante ensayos que la resistencia a tracción del empalme es por lo menos 125% de la resistencia de la barra.

d) En muros cuyo diseño contemple la formación de rótulas plásticas, las barras verticales deben ser preferentemente continuas en el primer piso empalmándose recién en el segundo piso (*). Cuando no sea posible evitar el empalme, éste podrá hacerse por soldadura, por medios mecánicos o por traslape; en el último caso, la longitud de empalme será de 60 veces el diámetro de la barra y 90 veces el diámetro de la barra en forma alternada.

(* Una técnica que permite facilitar la construcción empleando refuerzo vertical continuo en el primer piso, consiste en utilizar unidades de albañilería recortadas en forma de H, con lo cual además, las juntas verticales quedan completamente llenas con grout.

12.2. El refuerzo horizontal debe ser continuo y anclado en los extremos con doblez vertical de 10 cm en la celda extrema.

12.3. Las varillas verticales deberán penetrar, sin doblarlas, en el interior de los alvéolos de las unidades correspondientes.

12.4. Para asegurar buena adhesión entre el concreto líquido y el concreto de asiento de la primera hilada, las celdas deben quedar totalmente libres de polvo o restos de mortero proveniente del proceso de asentado; para el efecto los bloques de la primera hilada tendrán ventanas de limpieza. Para el caso de muros totalmente llenos, las ventanas se abrirán en todas las celdas de la primera hilada; en el caso de muros parcialmente rellenos, las ventanas se abrirán solo en las celdas que alojen refuerzo vertical. En el interior de estas ventanas se colocará algún elemento no absorbente que permita la limpieza final.

12.5. Para el caso de la albañilería parcialmente rellena, los bloques vacíos correspondientes a la última hilada serán taponados a media altura antes de asentarlos, de tal manera que por la parte vacía del alvéolo penetre el concreto de la viga solera o de la losa del techo formando llaves de corte que permitan transferir las fuerzas sísmicas desde la losa hacia los muros. En estos muros, el refuerzo horizontal no atravesará los alvéolos vacíos, sino que se colocará en el mortero correspondiente a las juntas horizontales.

12.6. Para el caso de unidades apilables no son necesarias las ventanas de limpieza; la limpieza de la superficie de asiento se realizará antes de asentar la primera hilada.

12.7. Antes de encofrar las ventanas de limpieza, los alvéolos se limpiarán preferentemente con aire comprimido y las celdas serán humedecidas interiormente regándolas con agua, evitando que esta quede empozada en la base del muro.

12.8. El concreto líquido o grout se vaciará en dos etapas. En la primera etapa se vaciará hasta alcanzar una altura igual a la mitad del entrepiso, compactándolo en diversas capas, transcurrido 5 minutos desde la compactación de la última capa, la mezcla será recompactada. Transcurrida media hora, se vaciará la segunda mitad del entrepiso, compactándolo hasta que su borde superior esté por debajo de la mitad de la altura correspondiente a la última hilada, de manera que el concreto de la losa del techo, o de la viga solera, forme llaves de corte con el muro. Esta segunda mitad también se deberá recompactar. Debe evitarse el vibrado de las armaduras para no destruir la adherencia con el grout de relleno.

12.9. Los alvéolos de la unidad de albañilería tendrán un diámetro o dimensión mínima igual a 5 cm por cada barra vertical que contengan, o 4 veces el mayor diámetro de la barra por el número de barras alojadas en el alvéolo, lo que sea mayor.

12.10. El espesor del grout que rodea las armaduras será 1½ veces el diámetro de la barra y no deberá ser menor de 1 cm a fin de proporcionarle un recubrimiento adecuado a la barra.

12.11. En el caso que se utilice planchas perforadas de acero estructural en los talones libres del muro, primero se colocarán las planchas sobre una capa delgada de mortero presionándolas de manera que el mortero penetre por los orificios de la plancha; posteriormente, se aplicará la siguiente capa de mortero sobre la cual se asentará la unidad inmediata superior. Para el caso de albañilería con unidades apilables las planchas se colocarán adheridas con apóxico a la superficie inferior de la unidad.

12.12. En el caso que se utilice como refuerzo horizontal una malla electrosoldada con forma de escalerilla,

el espaciamiento de los escalones deberá estar modulado de manera que coincidan con la junta vertical o con la pared transversal intermedia del bloque, de manera que siempre queden protegidas por mortero. Las escalerillas podrán usarse como confinamiento del muro sólo cuando el espaciamiento de los escalones coincidan con la mitad de la longitud nominal de la unidad.

**CAPÍTULO 5
RESISTENCIA DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA**

Artículo 13.- ESPECIFICACIONES GENERALES

13.1. La resistencia de la albañilería a compresión axial (f_m) y a corte (v_m) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla 7.

**TABLA 7
MÉTODOS PARA DETERMINAR f_m y v_m**

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS 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

A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.

B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 y 399.621

13.2. Cuando se construyan conjuntos de edificios, la resistencia de la albañilería f_m y v_m deberá comprobar-

se mediante ensayos de laboratorio previos a la obra y durante la obra. Los ensayos previos a la obra se harán sobre cinco especímenes. Durante la construcción la resistencia será comprobada mediante ensayos con los criterios siguientes:

- a) Cuando se construyan conjuntos de hasta dos pisos en las zonas sísmicas 3 y 2, f_m será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m² de área techada y v_m con tres muretes por cada 1000 m² de área techada.
- b) Cuando se construyan conjuntos de tres o más pisos en las zonas sísmicas 3 y 2, f_m será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m² de área techada y v_m con tres muretes por cada 500 m² de área techada.

13.3. Los prismas serán elaborados en obra, utilizando el mismo contenido de humedad de las unidades de albañilería, la misma consistencia del mortero, el mismo espesor de juntas y la misma calidad de la mano de obra que se empleará en la construcción definitiva.

13.4. Cuando se trate de albañilería con unidades alveolares que irán llenas con concreto líquido, los alvéolos de las unidades de los prismas y muretes se llenarán con concreto líquido. Cuando se trate de albañilería con unidades alveolares sin relleno, los alvéolos de las unidades de los prismas y muretes quedarán vacíos.

13.5. Los prismas tendrán un refrentado de cemento-yeso con un espesor que permita corregir la irregularidad superficial de la albañilería.

13.6. Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C durante 28 días. Los prismas podrán ensayarse a menor edad que la nominal de 28 días pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la Tabla 8.

**TABLA 8
INCREMENTO DE f_m y v_m POR EDAD**

	Edad	14 días / 21 días	
		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

13.7. La resistencia característica f_m en pilas y v_m en muretes (ver Artículo 13 (13.2)) se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.

13.8. El valor de v_m para diseño no será mayor de 0,319

$$\sqrt{\frac{f_m \text{ MPa}}{f_m \text{ Kg cm}^2}}$$

13.9. En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 9, correspondientes a pilas y muretes contruidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: 1/2 : 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

TABLA 9 ()
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA
ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm²)**

Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_m	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)

(*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

(**) El valor f_m se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de $f_c = 43,72 \text{ MPa}$ (140 kg/cm²).

El valor

f_m ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 10.

**TABLA 10
FACTORES DE CORRECCIÓN DE f_m
POR ESBELTEZ**

Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

**CAPÍTULO 6
ESTRUCTURACIÓN**

Las especificaciones de este Capítulo se aplicarán tanto a la albañilería confinada como a la albañilería armada.

Artículo 14.- ESTRUCTURA CON DIAFRAGMA RÍGIDO

14.1. Debe preferirse edificaciones con diafragma rígido y continuo, es decir, edificaciones en los que las losas de piso, el techo y la cimentación, actúen como elementos que integran a los muros portantes y compatibilicen sus desplazamientos laterales.

14.2. Podrá considerarse que el diafragma es rígido cuando la relación entre sus lados no excede de 4. Se deberá considerar y evaluar el efecto que sobre la rigidez del diafragma tienen las aberturas y discontinuidades en la losa.

14.3. Los diafragmas deben tener una conexión firme y permanente con todos los muros para asegurar que cumplan con la función de distribuir las fuerzas laterales en proporción a la rigidez de los muros y servirles, además, como arriostres horizontales.

14.4. Los diafragmas deben distribuir la carga de gravedad sobre todos los muros que componen a la edificación, con los objetivos principales de incrementarles su ductilidad y su resistencia al corte, en consecuencia, es recomendable el uso de losas macizas o aligeradas armadas en dos direcciones. Es posible el uso de losas unidireccionales siempre y cuando los esfuerzos axiales en los muros no excedan del valor indicado en el Artículo 19 (19.1.b).

14.5. Los diafragmas formados por elementos prefabricados deben tener conexiones que permitan conformar, de manera permanente, un sistema rígido que cumpla las funciones indicadas en los Artículos 14 (14.1 y 14.2).

14.6. La cimentación debe constituir el primer diafragma rígido en la base de los muros y deberá tener la rigidez necesaria para evitar que asentamientos diferenciales produzcan daños en los muros.

Artículo 15.- CONFIGURACIÓN DEL EDIFICIO

El sistema estructural de las edificaciones de albañilería estará compuesto por muros dúctiles dispuestos en las direcciones principales del edificio, integrados por los diafragmas especificados en el Artículo 14 y arriostrados según se indica en el Artículo 18.

La configuración de los edificios con diafragma rígido debe tender a lograr:

15.1. Plantas simples y regulares. Las plantas con formas de L, T, etc., deberán ser evitadas o, en todo caso, se dividirán en formas simples.

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

15.3. Proporciones entre las dimensiones mayor y menor, que en planta estén comprendidas entre 1 a 4, y en elevación sea menor que 4.

15.4. Regularidad en planta y elevación, evitando cambios bruscos de rigideces, masas y discontinuidades en la transmisión de las fuerzas de gravedad y horizontales a través de los muros hacia la cimentación.

15.5. Densidad de muros similares en las dos direcciones principales de la edificación. Cuando en cualquiera de las direcciones no exista el área suficiente de muros para satisfacer los requisitos del Artículo 19 (19.2b), se deberá suplir la deficiencia mediante pórticos, muros de concreto armado o la combinación de ambos.

15.6. Vigas dinteles preferentemente peraltadas (hasta 60 cm) para el caso en que el edificio se encuentre estructurado por muros confinados, y con un peralte igual al espesor de la losa del piso para el caso en que el edificio esté estructurado por muros armados (*).

(* Este acápite está relacionado con el método de diseño que se propone en el Capítulo 9, donde para los muros confinados se acepta la falla por corte, mientras que en los muros armados se busca la falla por flexión.

15.7. Cercos y alféizares de ventanas aislados de la estructura principal, debiéndoseles diseñar ante acciones perpendiculares a su plano, según se indica en el Capítulo 10.

Artículo 16.- OTRAS CONFIGURACIONES

Si el edificio no cumple con lo estipulado en el Artículo 15, se deberá contemplar lo siguiente:

16.1. Las edificaciones sin diafragmas rígidos horizontales deben limitarse a un piso; asimismo, es aceptable obviar el diafragma en el último nivel de las edificaciones de varios pisos. Para ambos casos, los muros trabajarán fundamentalmente a fuerzas laterales perpendiculares al plano, y deberán arriostrarse transversalmente con columnas de amarre o muros ortogonales y mediante vigas soleras continuas.

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

16.3. De no aislarse adecuadamente los alféizares y tabiques de la estructura principal, se deberán contemplar sus efectos en el análisis y en el diseño estructural.

Artículo 17.- MUROS PORTANTES

Los muros portantes deberán tener:

- Una sección transversal preferentemente simétrica.
- Continuidad vertical hasta la cimentación.
- Una longitud mayor o igual a 1,20 m para ser considerados como contribuyentes en la resistencia a las fuerzas horizontales.

d) Longitudes preferentemente uniformes en cada dirección.

e) Juntas de control para evitar movimientos relativos debidos a contracciones, dilataciones y asentamientos diferenciales en los siguientes sitios:

- En cambios de espesor en la longitud del muro, para el caso de Albañilería Armada
- En donde haya juntas de control en la cimentación, en las losas y techos.
- En alféizar de ventanas o cambios de sección apreciable en un mismo piso.

f) La distancia máxima entre juntas de control es de 8 m, en el caso de muros con unidades de concreto y de 25 m en el caso de muros con unidades de arcilla.

g) Arriostre según se especifica en el Artículo 18

Artículo 18.- ARRIOSTRES

18.1. Los muros portantes y no portantes, de albañilería simple o albañilería confinada, serán arriostrados por elementos verticales u horizontales tales como muros transversales, columnas, soleras y diafragmas rígidos de piso.

18.2. Los arriostres se diseñarán como apoyos del muro arriostrado, considerando a éste como si fuese una losa sujeta a fuerzas perpendiculares a su plano (Capítulo 10).

18.3. Un muro se considerará arriostrado cuando:

- El amarre o anclaje entre el muro y sus arriostres garantice la adecuada transferencia de esfuerzos.
- Los arriostres tengan la suficiente resistencia y estabilidad que permita transmitir las fuerzas actuantes a los elementos estructurales adyacentes o al suelo.
- Al emplearse los techos para su estabilidad lateral, se tomen precauciones para que las fuerzas laterales que actúan en estos techos sean transferidas al suelo.
- El muro de albañilería armada esté diseñado para resistir las fuerzas normales a su plano.

CAPÍTULO 7 REQUISITOS ESTRUCTURALES MÍNIMOS

Artículo 19.- REQUISITOS GENERALES

Esta Sección será aplicada tanto a los edificios compuestos por muros de albañilería armada como confinada.

19.1. MURO PORTANTE

a) **Espesor Efectivo «t».** El espesor efectivo (ver Artículo 3 (3.13)) mínimo será:

$$t \geq \frac{h}{20} \quad \text{Para las Zonas Sísmicas 2 y 3 (19.1a)}$$

$$t \geq \frac{h}{25} \quad \text{Para la Zona Sísmica 1}$$

Donde «h» es la altura libre entre los elementos de arriostre horizontales o la altura efectiva de pandeo (ver Artículo 3 (3.6)).

b) **Esfuerzo Axial Máximo.** El esfuerzo axial máximo (σ) producido por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior a:

$$\sigma = \frac{P_m}{L.t} \leq 0,2 f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f_m \quad (19.1b)$$

Donde «L» es la longitud total del muro (incluyendo el peralte de las columnas para el caso de los muros confinados). De no cumplirse esta expresión habrá que mejorar la calidad de la albañilería (f_m), aumentar el espesor del muro, transformarlo en concreto armado, o ver la manera de reducir la magnitud de la carga axial « P_m » (*).

(* La carga axial actuante en un muro puede reducirse, por ejemplo, utilizando losas de techo macizas o aligeradas armadas en dos direcciones.

c) **Aplastamiento.** Cuando existan cargas de gravedad concentradas que actúen en el plano de la albañilería, el esfuerzo axial de servicio producido por dicha carga no deberá sobrepasar a $0,375 f_c$. En estos casos, para determinar el área de compresión se considerará un ancho efectivo igual al ancho sobre el cual actúa la carga concentrada más dos veces el espesor efectivo del muro medido a cada lado de la carga concentrada.

19.2. ESTRUCTURACIÓN EN PLANTA

a) **Muros a Reforzar.** En las Zonas Sísmicas 2 y 3 (ver la NTE E.030 Diseño Sismorresistente) se reforzará cualquier muro portante (ver Artículo 17) que lleve el 10% ó más de la fuerza sísmica, y a los muros perimetrales de cierre. En la Zona Sísmica 1 se reforzarán como mínimo los muros perimetrales de cierre.

b) **Densidad Mínima de Muros Reforzados.** La densidad mínima de muros portantes (ver Artículo 17) a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum L_i \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot N}{A_p \cdot 56} \quad (19.2b)$$

Donde: «Z», «U» y «S» corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

«N» es el número de pisos del edificio;
«L» es la longitud total del muro (incluyendo columnas, si existiesen); y,
«t» es el espesor efectivo del muro

De no cumplirse la expresión (Artículo 19 (19.2b)), podrá cambiarse el espesor de algunos de los muros, o agregarse placas de concreto armado, en cuyo caso, para hacer uso de la fórmula, deberá amplificarse el espesor real de la placa por la relación γ , donde γ y γ_c son los módulos de elasticidad del concreto y de la albañilería, respectivamente.

Artículo 20.- ALBAÑILERÍA CONFINADA

Adicionalmente a los requisitos especificados en Artículo 19, deberá cumplirse lo siguiente:

20.1. Se considerará como muro portante confinado, aquél que cumpla las siguientes condiciones:

a) Que quede enmarcado en sus cuatro lados por elementos de concreto armado verticales (columnas) y horizontales (vigas soleras), aceptándose la cimentación de concreto como elemento de confinamiento horizontal para el caso de los muros ubicados en el primer piso.

b) Que la distancia máxima centro a centro entre las columnas de confinamiento sea dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m. De cumplirse esta condición, así como de emplearse el espesor mínimo especificado en el Artículo 19.1.a, la albañilería no necesitará ser diseñada ante acciones sísmicas ortogonales a su plano, excepto cuando exista excentricidad de la carga vertical (ver el Capítulo 10).

c) Que se utilice unidades de acuerdo a lo especificado en el Artículo 5 (5.3).

d) Que todos los empalmes y anclajes de la armadura desarrollen plena capacidad a la tracción. Ver NTE E.060 Concreto Armado y Artículo 11 (11.5).

e) Que los elementos de confinamiento funcionen integralmente con la albañilería. Ver Artículo 11 (11.2 y 11.7).

f) Que se utilice en los elementos de confinamiento, concreto con $f_c \geq 17,15 \text{ MPa}$ (175 kg/cm^2).

20.2. Se asumirá que el paño de albañilería simple (sin armadura interior) no soporta acciones de punzonamiento causadas por cargas concentradas. Ver Artículo 29 (29.2).

20.3. El espesor mínimo de las columnas y solera será igual al espesor efectivo del muro.

20.4. El peralte mínimo de la viga solera será igual al espesor de la losa de techo.

20.5. El peralte mínimo de la columna de confinamiento será de 15 cm. En el caso que se discontinúen las vigas soleras, por la presencia de ductos en la losa del techo o porque el muro llega a un límite de propiedad, el peralte mínimo de la columna de confinamiento respectiva deberá ser suficiente como para permitir el anclaje de la parte recta del refuerzo longitudinal existente en la viga solera más el recubrimiento respectivo (ver Artículo 11.10).

20.6. Cuando se utilice refuerzo horizontal en los muros confinados, las varillas de refuerzo penetrarán en las columnas de confinamiento por lo menos 12,50 cm y terminarán en gancho a 90°, vertical de 10 cm de longitud.

Artículo 21.- ALBAÑILERÍA ARMADA

Adicionalmente a los requisitos indicados en el Artículo 19, se cumplirá lo siguiente:

21.1. Para dar cumplimiento al requisito en el Artículo 19.2.b, los muros reforzados deberán ser rellenados con grout total o parcialmente en sus alvéolos, de acuerdo a lo especificado en el Artículo 5 (5.3). El concreto líquido debe cumplir con los requisitos de esta Norma, con resistencia a compresión $f_c \geq 13,72 \text{ MPa}$ (140 kg/cm^2). Ver el Artículo 7 (7.5) y Artículo 12 (12.6).

21.2. Los muros portantes no comprendidos en el Artículo 21 (21.1) y los muros portantes en edificaciones de la Zona Sísmica 1, así como los tabiques, parapetos, podrán ser hechos de albañilería parcialmente rellena en sus alvéolos. Ver el Artículo 12 (12.5).

21.3. Todos los empalmes y anclajes de la armadura desarrollarán plena capacidad a la tracción. Ver el Artículo 12 (12.1 y 12.2).

21.4. La cimentación será hecha de concreto simple o reforzado, con un peralte tal que permita anclar la parte recta del refuerzo vertical en tracción más el recubrimiento respectivo.

CAPÍTULO 8 ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

Artículo 22.- DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma se utilizará las siguientes definiciones:

a) **SISMO SEVERO.** Es aquél proporcionado por la NTE E.030 Diseño Sismorresistente, empleando un coeficiente de reducción de la sollicitación sísmica $R = 3$.

b) **SISMO MODERADO.** Es aquél que proporciona fuerzas de inercia equivalentes a la mitad de los valores producidos por el «sismo severo».

Artículo 23.- CONSIDERACIONES GENERALES

23.1. La Norma establece que el diseño de los muros cubra todo su rango de comportamiento, desde la etapa elástica hasta su probable incursión en el rango inelástico, proveyendo suficiente ductilidad y control de la degradación de resistencia y rigidez. El diseño es por el método de resistencia, con criterios de desempeño. El diseño está orientado, en consecuencia, a proteger a la estructura contra daños ante eventos sísmicos frecuentes (sismo moderado) y a proveer la necesaria resistencia para soportar el sismo severo, conduciendo el tipo de falla y limitando la degradación de resistencia y rigidez con el propósito de limitar el nivel de daños en los muros, de manera que éstos sean económicamente reparables mediante procedimientos sencillos.

23.2. Para los propósitos de esta Norma, se establece los siguientes considerandos:

a) El «sismo moderado» no debe producir la fisuración de ningún muro portante.

b) Los elementos de acoplamiento entre muros deben funcionar como una primera línea de resistencia sísmica, disipando energía antes de que fallen los muros de albañilería, por lo que esos elementos deberán conducirse hacia una falla dúctil por flexión.

c) El límite máximo de la distorsión angular ante la acción del «sismo severo» se fija en 1/200, para permitir que el muro sea reparable pasado el evento sísmico.

d) Los muros deben ser diseñados por capacidad de tal modo que puedan soportar la carga asociada a su incursión inelástica, y que proporcionen al edificio una resistencia a corte mayor o igual que la carga producida por el «sismo severo».

- e) Se asume que la forma de falla de los muros confinados ante la acción del «sismo severo» será por corte, independientemente de su esbeltez.
- f) La forma de falla de los muros armados es dependiente de su esbeltez. Los procedimientos de diseño indicados en el Artículo 28 tienden a orientar el comportamiento de los muros hacia una falla por flexión, con la formación de rótulas plásticas en su parte baja.

Artículo 24.- ANÁLISIS ESTRUCTURAL

24.1. El análisis estructural de los edificios de albañilería se realizará por métodos elásticos teniendo en cuenta los efectos causados por las cargas muertas, las cargas vivas y el sismo. La carga gravitacional para cada muro podrá ser obtenida por cualquier método racional.

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

24.3. El análisis considerará las características del diafragma que forman las losas de techo; se deberá considerar el efecto que sobre la rigidez del diafragma tienen las aberturas y las discontinuidades en la losa.

24.4. El análisis considerará la participación de aquellos muros no portantes que no hayan sido aislados de la estructura principal. Cuando los muros se construyan integralmente con el alféizar, el efecto de éste deberá considerarse en el análisis.

24.5. La distribución de la fuerza cortante en planta se hará teniendo en cuenta las torsiones existentes y reglamentarias. La rigidez de cada muro podrá determinarse suponiéndolo en voladizo cuando no existan vigas de acoplamiento, y se considerará acoplado cuando existan vigas de acoplamiento diseñadas para comportarse dúctilmente.

24.6. Para el cálculo de la rigidez de los muros, se agregará a su sección transversal el 25% de la sección transversal de aquellos muros que concurren ortogonalmente al muro en análisis ó 6 veces su espesor, lo que sea mayor. Cuando un muro transversal concorra a dos muros, su contribución a cada muro no excederá de la mitad de su longitud. La rigidez lateral de un muro confinado deberá evaluarse transformando el concreto de sus columnas de confinamiento en área equivalente de albañilería, multiplicando su espesor real por la relación de módulos de elasticidad E_c / E_m ; el siloide de dicha área equivalente coincidirá con el de la columna de confinamiento.

24.7. El módulo de elasticidad (E_m) y el módulo de corte (G_m) para la albañilería se considerará como sigue:

- Unidades de arcilla: $E_m = 500 f'_c$
- Unidades Silico-calcáreas: $E_m = 600 f'_c$
- Unidades de concreto vibrado: $E_m = 700 f'_c$
- Para todo tipo de unidad de albañilería: $G_m = 0,4 E_m$

Opcionalmente, los valores de « E_m » y « G_m » podrán calcularse experimentalmente según se especifica en el Artículo 13.

24.8. El módulo de elasticidad (E_c) y el módulo de corte (G_c) para el concreto serán los indicados en la NTE E.060 Concreto Armado.

24.9. El módulo de elasticidad para el acero (E_s) se considerará igual a 196 000 MPa (2 000 000 kg/cm²).

Artículo 25.- DISEÑO DE ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO

25.1. Requisitos Generales

a) Todos los elementos de concreto armado del edificio, con excepción de los elementos de confinamiento de los muros de albañilería, serán diseñados por resistencia última, asegurando que su falla sea por un mecanismo de flexión y no de corte.

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

b) Los elementos de confinamiento serán diseñados de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 27 (27.2) de esta Norma.

Artículo 26.- DISEÑO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA

26.1. Requisitos Generales

a) Para el diseño de los muros confinados ante acciones coplanares, podrá suponerse que los muros son de sección rectangular (t, L). Cuando se presenten muros que se intercepten perpendicularmente, se tomará como elemento de refuerzo vertical común a ambos muros (sección transversal de columnas, refuerzos verticales, etc.) en el punto de intersección, al mayor elemento de refuerzo proveniente del diseño independiente de ambos muros.

b) Para el diseño por flexo compresión de los muros armados que tengan continuidad en sus extremos con muros transversales, podrá considerarse la contribución de las alas de acuerdo a lo indicado en 8.3.6. Para el diseño por corte se considerará que la sección es rectangular, despreciando la contribución de los muros transversales.

26.2. Control de Fisuración

a) Esta disposición tiene por propósito evitar que los muros se fisuren ante los sismos moderados, que son los más frecuentes. Para el efecto se considerarán las fuerzas cortantes producidas por el sismo moderado.

b) Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$$V_c \leq 0,55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible} \quad (26.2)$$

donde: « V_c » es la fuerza cortante producida por el «sismo moderado» en el muro en análisis y « V_m » es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería (ver Artículo 26 (26.3)).

26.3. Resistencia al Agrietamiento Diagonal

a) La resistencia al corte (V_c) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

Unidades de Arcilla y de Concreto:

$$V_m = 0,5 v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_g$$

Unidades Silico-calcáreas:

$$V_m = 0,35 v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_g$$

donde:

v'_m = resistencia característica a corte de la albañilería (ver Artículos 13 (13.8 y 13.9)).

P_g = carga gravitacional de servicio, con sobrecarga reducida (NTE E.030 Diseño Sismorresistente)

t = espesor efectivo del muro (ver Artículo 3 (3.13))

L = longitud total del muro (incluyendo a las columnas en el caso de muros confinados)

α = factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez, calculado como:

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_c L}{M_c} \leq 1 \quad (26.3)$$

donde: « V_c » es la fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico; y,
« M_c » es el momento flector del muro obtenido del análisis elástico.

26.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio

a) Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso «i» y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$$\sum R_{ci} \geq V_{si} \quad (26.4)$$

b) La sumatoria de resistencias al corte ($\sum R_{ci}$) incluirá sólo el aporte de los muros reforzados (confinados o armados) y el aporte de los muros de concreto armado,

sin considerar en este caso la contribución del refuerzo horizontal.

c) El valor « V_{ei} » corresponde a la fuerza cortante actuante en el entrepiso «i» del edificio, producida por el «sismo severo».

d) Cumplida la expresión $\sum V_{ei} \geq F_{ei}$ por los muros portantes de carga sísmica, el resto de muros que componen al edificio podrán ser no reforzados para la acción sísmica coplanar.

e) Cuando $\sum V_{ei}$ en cada entrepiso sea mayor o igual a $3 F_{ei}$, se considerará que el edificio se comporta elásticamente. Bajo esa condición, se empleará refuerzo mínimo, capaz de funcionar como arriostres y de soportar las acciones perpendiculares al plano de la albañilería (ver el Capítulo 9). En este paso culminará el diseño de estos edificios ante cargas sísmicas coplanares.

26.5. Diseño para cargas ortogonales al plano del muro

a) El diseño para fuerzas ortogonales al plano del muro se hará de acuerdo a lo indicado en el Capítulo 9.

26.6. Diseño para fuerzas coplanares de flexo compresión

a) El diseño para fuerzas en el plano del muro se hará de acuerdo al Artículo 27 para muros de albañilería confinada y al artículo 28 para muros de albañilería armada.

Artículo 27.- ALBAÑILERÍA CONFINADA

a) Las previsiones contenidas en este acápite aplican para edificaciones hasta de cinco pisos o 15 m de altura.

b) Para este tipo de edificaciones se ha supuesto que la falla final se produce por fuerza cortante en los entrepisos bajos del edificio. El diseño de los muros debe orientarse a evitar fallas frágiles y a mantener la integración entre el panel de albañilería y los confinamientos verticales, evitando el vaciamiento de la albañilería; para tal efecto el diseño debe comprender:

- la verificación de la necesidad de refuerzo horizontal en el muro;
- la verificación del agrietamiento diagonal en los entrepisos superiores; y,
- el diseño de los confinamientos para la combinación de fuerzas de corte, compresión o tracción y corte fricción.

c) Las fuerzas internas para el diseño de los muros en cada entrepiso «i» serán las del «sismo severo» (V_{ei}, M_{ei}), y se obtendrán amplificando los valores obtenidos del análisis elástico ante el «sismo moderado» (V_{ei}, M_{ei}) por la relación cortante de agrietamiento diagonal (V_{ei}) entre cortante producido por el «sismo moderado» (V_{ei}), ambos en el primer piso. El factor de amplificación no deberá ser menor que dos ni mayor que tres: $2 \leq V_{ei}/V_{ei} \leq 3$.

$$V_{ei} = F_{ei} \frac{V_{ei}}{V_{ei}} \quad M_{ei} = M_{ei} \frac{V_{ei}}{V_{ei}} \quad (27c)$$

27.1. Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros

a) Todo muro confinado cuyo cortante bajo sismo severo sea mayor o igual a su resistencia al corte ($V_{ei} \geq F_{ei}$), o que tenga un esfuerzo a compresión axial producido por la carga gravitacional considerando toda la sobrecarga, $\sigma = P_n / (L) >$ mayor o igual que $0,05 f_n$, deberá llevar refuerzo horizontal continuo anclado a las columnas de confinamiento.

b) En los edificios de más de tres pisos, todos los muros portantes del primer nivel serán reforzados horizontalmente.

c) La cuantía del acero de refuerzo horizontal será: $\rho = A_s / (s) \geq 0,001$. Las varillas de refuerzo penetrarán en las columnas de confinamiento por lo menos 12,5 cm y terminarán con gancho a 90° vertical de 10 cm de longitud.

27.2. Verificación del agrietamiento diagonal en los entrepisos superiores

a) En cada entrepiso superior al primero, deberá verificarse para cada muro confinado que: $V_{ei} \geq F_{ei}$

De no cumplirse esta condición, el entrepiso «i» también se agrietará y sus confinamientos deberán ser diseñados para soportar « V_{ei} », en forma similar al primer entrepiso.

27.3. Diseño de los elementos de confinamiento de los muros del primer piso y de los muros agrietados de pisos superiores

a) Diseño de las columnas de confinamiento

Las fuerzas internas en las columnas se obtendrán aplicando las expresiones de la Tabla 11.

TABLA 11 FUERZAS INTERNAS EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO			
COLUMNA	V_c (fuerza cortante)	T (tracción)	C (compresión)
Interior	$\frac{V_{ei} L_n}{L(N_c - 4)}$	$V_{ei} \frac{h}{L} - P_c$	$P_c - \frac{V_{ei} h}{2L}$
Extrema	$1,5 \frac{V_{ei} L_n}{L(N_c - 4)}$	$F - P_c$	$P_c - F$

Donde:

$M = M_{ei} - 1/2 V_{ei} h$ (« h » es la altura del primer piso).
 $F = M / L$ = fuerza axial en las columnas extremas producidas por « M ».

N_c = número de columnas de confinamiento (en muros de un paño $N_c = 2$)

L_n = longitud del paño mayor ó 0,5 L , lo que sea mayor (en muros de un paño $L_n = L$)

P_c = es la sumatoria de las cargas gravitacionales siguientes: carga vertical directa sobre la columna de confinamiento; mitad de la carga axial sobre el paño de muro a cada lado de la columna; y, carga proveniente de los muros transversales de acuerdo a su longitud tributaria indicada en el Artículo 24 (24.6).

a.1. Determinación de la sección de concreto de la columna de confinamiento

El área de la sección de las columnas será la mayor de las que proporcione el diseño por compresión o el diseño por corte fricción, pero no menor que 15 veces el espesor de la columna (15 t) en cm².

Diseño por compresión

El área de la sección de concreto se calculará asumiendo que la columna está arriostada en su longitud por el panel de albañilería al que confina y por los muros transversales de ser el caso. El área del núcleo (A_n) bordado por los estribos se obtendrá mediante la expresión:

$$A_n = A_s + \frac{C - A_s f_y}{0,85 \delta f_c} \quad (27.3-a.1)$$

donde:

$\delta = 0,7$ o $0,75$, según se utilice estribos cerrados o zunchos, respectivamente

$C = 0,8$, para columnas sin muros transversales

$C = 1$, para columnas confinadas por muros transversales

Para calcular la sección transversal de la columna (A_s), deberá agregarse los recubrimientos (ver Artículo 11 (11.10)) al área del núcleo « A_n »; el resultado no deberá ser menor que el área requerida por corte-fricción « A_c ». Adicionalmente, en los casos que la viga solera se discontinúe, el peralte de la columna deberá ser suficiente como para anclar al refuerzo longitudinal existente en la solera.

Diseño por corte fricción (V_c)

La sección transversal (A_c) de las columnas de confinamiento se diseñará para soportar la acción de corte fricción, con la expresión siguiente:

$$A_{s1} = \frac{V_c}{0,2f_y \phi} \geq A_s \geq 5t \text{ (cm}^2\text{)} \quad (27.3.a.1')$$

donde: $\phi = 0,85$

a.2. Determinación del refuerzo vertical

El refuerzo vertical a colocar en las columnas de confinamiento será capaz de soportar la acción combinada de corte-fricción y tracción; adicionalmente, desarrollará por lo menos una tracción igual a la capacidad resistente a tracción del concreto y como mínimo se colocarán 4 varillas para formar un núcleo confinado. El refuerzo vertical (A_s) será la suma del refuerzo requerido por corte-fricción y el refuerzo requerido por tracción (A_{st}):

$$A_s = \frac{V_c}{f_y \mu \phi} + A_{st} = \frac{T}{f_y \phi} \quad (27.3.a.2)$$

$$A_s = A_{st} + A_{tr} \geq \frac{0,1f_c A_c}{f_y} \dots (\text{mínima } 4 \phi 8 \text{mm})$$

donde: El factor de reducción de resistencia es $\phi = 0,85$

El coeficiente de fricción es: $\mu = 0,8$ para juntas sin tratamiento y $\mu = 1,0$ para juntas en la que se haya eliminado la lechada de cemento y sea intencionalmente rugosa.

a.3. Determinación de los estribos de confinamiento

Los estribos de las columnas de confinamiento podrán ser ya sea estribos cerrados con gancho a 135°, estribos de 1/4 de vuelta o zunchos con ganchos a 180°. En los extremos de las columnas, en una altura no menor de 45 cm o 1,5 d (por debajo o encima de la solera, dintel o sobrecimiento), deberá colocarse el menor de los siguientes espaciamientos (s) entre estribos:

$$s_1 = \frac{A_s f_y}{0,3t_s f_c (A_s / A_c - 1)} \quad s_2 = \frac{A_s f_y}{0,12t_s f_c} \quad (27.3.a.3)$$

$$s_3 = \frac{d}{4} \geq 5 \text{ cm} \quad s_4 = 10 \text{ cm}$$

Donde «d» es el peralte de la columna, « t_s » es el espesor del núcleo confinado y « A_c » es la suma de las ramas paralelas del estribo.

El confinamiento mínimo con estribos será $\square 6 \text{mm}$, 1 @ 5, 4 @ 10, r @ 25 cm. Adicionalmente se agregará 2 estribos en la unión solera-columna y estribos @ 10 cm en el sobrecimiento.

b) Diseño de las vigas soleras correspondientes al primer nivel

La solera se diseñará a tracción pura para soportar una fuerza igual a T_1 :

$$T_1 = V_{s1} \frac{L_{s1}}{2L}$$

$$A_s = \frac{T_1}{\phi f_y} \geq \frac{0,1f_c A_c}{f_y} \dots (\text{mínima } 4 \phi 8 \text{mm}) \quad (27.3.b)$$

donde: $\phi = 0,9$

A_{cs} = área de la sección transversal de la solera

El área de la sección transversal de la solera (A_{cs}) será suficiente para alojar el refuerzo longitudinal (A_s), pudiéndose emplear vigas chatas con un peralte igual al espesor de la losa del techo. En la solera se colocará estribos mínimos: $\square 6 \text{mm}$, 1 @ 5, 4 @ 10, r @ 25 cm.

27.4. Diseño de los pisos superiores no agrietados

Las columnas extremas de los pisos superiores deberán tener un refuerzo vertical (A_s) capaz de absorber la tracción «T» producida por el momento flector ($M_{ps} = M_c (V_{ms} / V_{cs})$) actuante en el piso en estudio, asociado al instante en que se origine el agrietamiento diagonal del primer entrepiso.

$$F = \frac{M_c}{L} \quad T = F - P_c > 0 \quad (27.4.a)$$

$$A_s = \frac{T}{\phi f_y} \geq \frac{0,1f_c A_c}{f_y} \dots (\text{mínima } 4 \phi 8 \text{mm}),$$

donde $\phi = 0,9$.

b. El área del núcleo (A_c) correspondiente a las columnas extremas de confinamiento, deberá diseñarse para soportar la compresión «C». Para obtener el área de concreto (A_c), deberá agregarse los recubrimientos al área del núcleo « A_n »:

$$C = P_c + F$$

$$A_c = A_n + \frac{C / \phi - A_n f_y}{0,85 \delta f_c} \quad (27.4.b)$$

donde: $\phi = 0,7$ o $0,75$, según se emplee estribos cerrados o zunchos, respectivamente.

$\delta = 0,8$ para columnas sin muros transversales
 $\delta = 1$ para columnas confinadas para muros transversales

c. Las columnas internas podrán tener refuerzo mínimo.
d. Las soleras se diseñarán a tracción con una fuerza igual a « T_1 »:

$$T_1 = V_{s1} \frac{L_{s1}}{2L}$$

$$A_s = \frac{T_1}{\phi f_y} \geq \frac{0,1f_c A_c}{f_y} \dots (\text{mínima } 4 \phi 8 \text{mm}) \quad (27.4.d)$$

donde $\phi = 0,9$

e. Tanto en las soleras como en las columnas de confinamiento, podrá colocarse estribos mínimos: $\square 6 \text{mm}$, 1 @ 5, 4 @ 10, r @ 25 cm.

Artículo 28.- ALBAÑILERÍA ARMADA

28.1. Aspectos Generales

Es objetivo de esta norma el lograr que los muros de albañilería armada tengan un comportamiento dúctil ante sismos severos, propiciando una falla final de tracción por flexión, evitando fallas frágiles que impidan o reduzcan la respuesta dúctil del muro ante dichas sollicitaciones. Para alcanzar este objetivo la resistencia de los muros debe satisfacer las verificaciones dadas en el Artículo 28 (28.2a y 28.5) y deberá cumplirse los siguientes requisitos:

a) Todos los muros llevarán refuerzo horizontal y vertical. La cuantía mínima de refuerzo en cualquier dirección será de 0,1%. Las varillas de acero de refuerzo serán corrugadas.

b) El refuerzo horizontal se colocará preferentemente en el eje del muro, alojado en la cavidad horizontal de la unidad de albañilería. El refuerzo horizontal podrá colocarse en la cama de mortero de las hiladas cuando el espesor de las paredes de la unidad permitan que el refuerzo tenga un recubrimiento mínimo de 15 mm.

c) El refuerzo horizontal de los muros se diseñará para el cortante asociado al mecanismo de falla por flexión, es decir para el cortante debido al sismo severo, sin considerar ninguna contribución de la albañilería de acuerdo a lo indicado en el Artículo 20 (20.2).

d) El espaciamiento del refuerzo horizontal en el primer piso de muros hasta de 3 pisos o 12 m de altura en las zonas sísmicas 2 y 3 no excederá de 450 mm y para muros de más de 3 pisos o 12 m no excederá de 200 mm; en la zona sísmica 1 no excederá de 800 mm.

e) El refuerzo horizontal en los muros del primer piso de edificios de 3 o más pisos debe ser continuo sin traslapes. En los pisos superiores o en los muros de edificaciones de 1 y 2 pisos, el refuerzo horizontal no será traslapado dentro de los 600 mm o 0,2L del extremo del muro. La longitud de traslape será la requerida por tracción y los extremos de las barras en el traslape deberán amarrarse.

f) Todos los alvéolos de las unidades que se utilicen en los muros portantes de carga sísmica, de los dos primeros pisos de edificios de 3 o más pisos, deberán estar

totalmente rellenos de concreto líquido. Para los muros de los pisos superiores podrá emplearse muros parcialmente rellenos, si cumplen con la limitación dada en el Artículo 28 (28.1h).

g) Cuando el esfuerzo último por compresión, resultante de la acción de las cargas de gravedad y de las fuerzas de sismo coplanares, exceda de $0,3 f_{cm}$ los extremos libres de los muros (sin muros transversales) se confinarán para evitar la falla por flexocompresión. El confinamiento se podrá lograr mediante planchas de acero estructural inoxidable o galvanizado, mediante estribos o zunchos cuando la dimensión del alvéolo lo permita.

h) Los muros de edificaciones de uno y dos pisos cuyo esfuerzo cortante ante sismos severos no exceda de $0,5 \frac{V_u}{A_s}$, donde A_s es el área neta del muro, podrán ser construidos de albañilería parcialmente rellena. En este caso el refuerzo horizontal se colocará en las hiladas o en el eje del muro cuando las celdas de la unidad sin refuerzo vertical han sido previamente taponeadas.

i) Los muros secundarios (tabiques, parapetos y muros portantes no contabilizados en el aporte de resistencia sísmica) podrán ser hechos de albañilería parcialmente rellena. En estos casos, la cuantía de refuerzo vertical u horizontal no será menor que 0,07%.

j) En las zonas del muro donde se formará la rótula plástica (primer piso), se tratará de evitar el traslape del refuerzo vertical, o se tomará las precauciones especificadas en el Artículo 12 (12.1).

k) Para evitar las fallas por deslizamiento en el muro (cizalle), el refuerzo vertical por flexión se concentrará en los extremos del muro y en la zona central se utilizará una cuantía no menor que 0,001, espaciando las barras a no más de 45 cm. Adicionalmente, en la interfase cimentación - muro, se añadirán espigas verticales de 3/8" que penetre 30 y 50 cm, alternadamente, en el interior de aquellas celdas que carecen de refuerzo vertical.

28.2. Resistencia a compresión y flexo compresión en el plano del muro

a) Suposiciones de diseño

El diseño por flexión de muros sometidos a carga axial actuando conjuntamente con fuerzas horizontales coplanares, se basará en las suposiciones de esta sección y en la satisfacción de las condiciones aplicables de equilibrio y compatibilidad de deformaciones.

- La deformación unitaria en el acero de refuerzo y en la albañilería será asumida directamente proporcional a la distancia medida desde el eje neutro.

- La deformación unitaria máxima de la albañilería, ϵ_s , en la fibra extrema comprimida se asumirá igual a 0,002 para albañilería de unidades apilables e igual a 0,0025 para albañilería de unidades asentadas cuando la albañilería no es confinada y de 0,0055 cuando la albañilería es confinada mediante los elementos indicados en el Artículo 28 (28.1g).

- Los esfuerzos en el refuerzo, por debajo del esfuer-

zo de fluencia especificado, f_y , se tomarán iguales al producto del módulo de elasticidad E_s por la deformación unitaria del acero. Para deformaciones mayores que la correspondiente a f_y los esfuerzos en el acero se considerarán independientes de la deformación e iguales a f_y .

- La resistencia a la tracción de la albañilería será despreciada.

- El esfuerzo de compresión máximo en la albañilería, $0,85 f_{cm}$, será asumido uniformemente distribuido sobre una zona equivalente de compresión, limitada por los bordes de la sección transversal y una línea recta paralela al eje neutro de la sección a una distancia $a = 0,85 c$, donde c es la distancia del eje neutro a la fibra extrema comprimida.

- El momento flector M_u actuante en un nivel determinado se determinará del análisis estructural ante sismo moderado.

- El momento flector y la fuerza cortante factorizado serán $M_u = 1,25 M_u$ y $V_u = 1,25 V_u$ respectivamente. La resistencia en flexión, de todas las secciones del muro debe ser igual o mayor al momento de diseño obtenido de un diagrama de momentos modificado, de manera que el momento hasta una altura igual a la mitad de la longitud del muro sea igual al momento de la base y luego se reducirá de forma lineal hasta el extremo superior.

28.3. Evaluación de la Capacidad Resistente « M_u »

a) Para todos los muros portantes se debe cumplir que la capacidad resistente a flexión M_u , considerando la interacción carga axial - momento flector, reducida por el factor ϕ sea mayor o igual que el momento flector factorizado M_u :

$$\phi M_u \geq M_u$$

el factor de reducción de la capacidad resistente a flexocompresión ϕ se calculará mediante la siguiente expresión:

$$0,65 \leq \phi \leq 0,85 - 0,2 P_u/P_n \leq 0,85 \quad (28.3a)$$

$$\text{Donde } P_u = 0,1 f_{cm} t L$$

b) Para muros de sección rectangular, la capacidad resistente a flexión M_u podrá calcularse aplicando la fórmula siguiente:

$$M_u = A_s f_y D + P_u L/2 \quad (28.3b)$$

$$\text{donde: } D = 0,8L$$

A_s = área del refuerzo vertical en el extremo del muro

Para calcular el área de acero « A_s » a concentrar en el extremo del muro, se deberá utilizar la menor carga axial: $P_u = 0,9 P_u$.

Cuando al extremo traccionado concorra un muro perpendicular, el momento flector M_u podrá ser reducido en $0,9 P_u L/2$, donde P_u es la carga de gravedad tributaria proveniente del muro transversal.

c) Para muros con secciones no rectangulares, el diseño por flexo compresión podrá realizarse empleando la formulación anterior o mediante la evaluación del Diagrama de Interacción para las acciones nominales

(P_u vs. M_u).

d) Por lo menos se colocará 2 ϕ 3/8", o su equivalente, en los bordes libres del muro y en las intersecciones entre muros.

e) En la zona central del muro el refuerzo vertical mínimo será el requerido por corte fricción de acuerdo a lo indicado en el Artículo 28 (28.1k).

f) El valor « M_u » se calculará sólo para el primer piso (M_{u1}), debiéndose emplear para su evaluación la máxima carga axial posible existente en ese piso: $P_u = 1,25 P_u$, contemplando el 100% de sobrecarga.

28.4. Verificación de la necesidad de confinamiento de los extremos libres del muro

a) Se verificará la necesidad de confinar los extremos libres (sin muros transversales) comprimidos, evaluando el esfuerzo de compresión último (ϕ) con la fórmula de flexión compuesta:

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A} + \frac{M_u y}{I} \quad (28.4)$$

En la que P_u es la carga total del muro, considerando 100% de sobrecarga y amplificada por 1,25.

b) Toda la longitud del muro donde se tenga $\phi \geq 0,3 f_{cm}$ deberá ser confinada. El confinamiento se hará en toda la altura del muro donde los esfuerzos calculados con Artículo 28 (28.4), sean mayores o iguales al esfuerzo límite indicado.

c) Cuando se utilice confinamiento, el refuerzo vertical existente en el borde libre deberá tener un diámetro $D_s \geq s/13$, donde « s » es el espaciamiento entre elementos de confinamiento.

28.5. Resistencia a corte

a) El diseño por fuerza cortante se realizará para el cortante « V_u » asociado al mecanismo de falla por flexión producido en el primer piso. El diseño por fuerza cortante se realizará suponiendo que el 100% del cortante es absorbido por el refuerzo horizontal. El valor « V_u » considera un factor de amplificación de 1,25, que contempla el ingreso de refuerzo vertical en la zona de endurecimiento.

b) El valor « V_{ef} » se calculará con las siguientes fórmulas:

Primer Piso:
 $V_{ef1} = 1,25 V_{at} (M_{at1}/M_{at})$, no menor que V_{at}

Pisos Superiores:
 $V_{efi} = 1,25 V_{at} (M_{at1}/M_{at})$, no mayor que V_{at}

El esfuerzo de corte $v_i = V_{ef} / l L$ no excederá de $0,10 f_m$ en zonas de posible formación de rótulas plásticas y de $0,20 f_m$ en cualquier otra zona.

c) En cada piso, el área del refuerzo horizontal (A_{sh}) se calculará con la siguiente expresión:

$$A_{sh} = \frac{V_{ef} s}{f_y D} \quad (28.5)$$

donde:

S = espaciamiento del refuerzo horizontal

$D = 0,8 L$ para muros esbeltos, donde: $M_i / (V_i L) \geq 1$

$D = L$ para muros no esbeltos, donde:

$$M_i / (V_i L) < 1$$

CAPITULO 9 DISEÑO PARA CARGAS ORTOGONALES AL PLANO DEL MURO

Artículo 29.- ESPECIFICACIONES GENERALES

29.1. Los muros portantes y los no portantes (cercos, tabiques y parapetos) deberán verificarse para las acciones perpendiculares a su plano provenientes de sismo, viento o de fuerzas de inercia de elementos puntuales o lineales que se apoyen en el muro en zonas intermedias entre sus extremos superior o inferior.

29.2. Para el caso de fuerzas concentradas perpendiculares al plano de muros de albañilería simple, los muros deberán reforzarse con elementos de concreto armado que sean capaces de resistir el total de las cargas y transmitir las a la cimentación. Tal es el caso, por ejemplo, de una escalera, el empuje causado por una escalera cuyo descanso apoya directamente sobre la albañilería, deberá ser tomado por columnas.

Para el caso de muros confinados o muros arriostrados por elementos de concreto, las fuerzas deberán trasladarse a los elementos de arrioste o confinamiento por medio de elementos horizontales, vigas o losa.

29.3. Para el caso de los muros armados, los esfuerzos que generen las acciones concentradas actuantes contra el plano de la albañilería deberán ser absorbidas por el refuerzo vertical y horizontal.

29.4. Cuando se trate de muros portantes se verificará que el esfuerzo de tracción considerando la sección bruta no exceda del valor dado en el Artículo 29 (29.8).

29.5. Los muros o tabiques desconectados de la estructura principal serán diseñados para resistir una fuerza sísmica asociada a su peso, de acuerdo a lo indicado en el capítulo correspondiente de la NTE E.030. Diseño Sismorresistente

29.6. El paño de albañilería se supondrá que actúa como una losa simplemente apoyada en sus arriostres, sujeta a cargas sísmicas uniformemente distribuidas. La magnitud de esta carga (w , en kg/m^2) para un metro cuadrado de muro se calculará mediante la siguiente expresión:

$$w = 0,8 Z U C_1 \gamma_e \quad (29.6)$$

donde:

Z = factor de zona especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente

U = factor de importancia especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente

C_1 = coeficiente sísmico especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente

e = espesor bruto del muro (incluyendo tarrajes), en metros

γ_e = peso volumétrico de la albañilería

29.7. El momento flector distribuido por unidad de longitud (M_i , en kg-m/m), producido por la carga sísmica « w » (ver Artículo 29 (29.6)), se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$M_i = m w a^2 \quad (29.7)$$

donde:

m = coeficiente de momento (adimensional) indicado en la Tabla 12

a = dimensión crítica del paño de albañilería (ver la Tabla 12), en metros.

TABLA 12
VALORES DEL COEFICIENTE DE
MOMENTOS « m » y DIMENSION CRITICA « a »

CASO 1. MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS									
a = Menor dimensión									
b/a =	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	3,0	∞	
m =	0,0479	0,0627	0,0755	0,0862	0,0948	0,1017	0,118	0,125	
CASO 2. MURO CON TRES BORDES ARRIOSTRADOS									
a = Longitud del borde libre									
b/a =	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	∞
m =	0,060	0,074	0,087	0,097	0,106	0,112	0,128	0,132	0,133
CASO 3. MURO ARRIOSTRADO SOLO EN SUS BORDES HORIZONTALES									
a = Altura del muro									
m = 0,125									
CASO 4. MURO EN VOLADIZO									
a = Altura del muro									
m = 0,5									

29.8. El esfuerzo admisible en tracción por flexión (f_t) de la albañilería se supondrá igual a:

$$f_t = \begin{cases} 0,15 \text{ MPa (1,50 kg/cm}^2\text{)} & \text{para albañilería simple} \\ 0,30 \text{ MPa (3,00 kg/cm}^2\text{)} & \text{para albañilería armada rellena de concreto líquido.} \end{cases}$$

29.9. Los arriostres podrán estar compuestos por la cimentación, las columnas de confinamiento, las losas rígidas de techo (para el caso de muros portantes), las vigas soleras (para el caso de cercos, tabiques y parapetos) y los muros transversales.

29.10 Para el análisis y diseño de los elementos de arriostres se emplearán métodos racionales y la armadura que se obtenga por este concepto, no se sumará al refuerzo evaluado ante acciones sísmicas coplanares, sino que se adoptará el mayor valor respectivo.

Artículo 30.- MUROS PORTANTES

30.1. Los muros portantes de estructuras diafragmadas con esfuerzo de compresión no mayor que $0,01 f_m$ se diseñarán de acuerdo al Artículo 31.

30.2. En los muros portantes de edificaciones diafragmadas y que como tales estarán sujetas principalmente a fuerzas coplanares, no se permitirá la formación de fisuras producidas por acciones transversales a su plano, porque éstas debilitan su área de corte ante acciones sísmicas coplanares. Para la obtención del momento flector perpendicular al plano se empleará procedimientos basados en teorías elásticas como se indica en el Artículo 29 (29.7).

Los pisos críticos para analizar son:

- El primer piso, por flexocompresión.
- El último piso, por tracción producida por la flexión

30.3. Los muros portantes confinados, así como los muros portantes armados, arriostrados en sus cuatro bordes, que cumplan con las especificaciones indicadas en Artículo 19 (19.1.a) y Artículo 19 (19.1.b), no necesitarán ser diseñados ante cargas sísmicas perpendiculares al plano de la albañilería, a no ser que exista excentricidad de la carga gravitacional. En este paso culminará el diseño de estos muros.

30.4. Al momento flector producido por la excentricidad de la carga gravitacional « M_g » (si existiese) deberá agregarse el momento generado por la carga sísmica « M_s » (ver Artículo 29 (29.6)), para de esta manera obtener el momento total de diseño $M_i = M_s + M_g$, repartido por unidad de longitud.

30.5. El esfuerzo axial producido por la carga gravitacional (P_i), se obtendrá como: $f_a = P_i / l L$

30.6. El esfuerzo normal producido por el momento flector « M_i », se obtendrá como: $f_n = 6 M_i / f^2$.



30.7 Se deberá cumplir que:

- a) En el primer piso: $f_a - f_a^* \leq 0,25 f_a$
- b) En el último piso: $f_a - f_a^* \leq f_a$
- c) En cualquier piso: La compresión resultante será tal que:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_m}{F_m} \leq 1,33 \quad (30.7c1)$$

en la que:

f_a = es el esfuerzo resultante de la carga axial
 F_a = es el esfuerzo admisible para carga axial

$$= \frac{[(h)^2]}{0,20 f_m} \left[\frac{1}{35t} \right] \quad (30.7c2)$$

f_m = es el esfuerzo resultante del momento flector
 F_m = es el esfuerzo admisible para compresión por flexión = $0,40 f_m$

Artículo 31.- MUROS NO PORTANTES Y MUROS PORTANTES DE ESTRUCTURAS NO DIAFRAGMADAS

Adicionalmente a las especificaciones indicadas en el Artículo 29, se cumplirá lo siguiente:

31.1. Los muros no portantes (cercos, tabiques y parapetos) podrán ser construidos empleando unidades de albañilería sólida, hueca o tubular; pudiéndose emplear la albañilería armada parcialmente rellena.

31.2. El momento flector en la albañilería (M_w) producido por la carga sísmica «W» (ver Artículo 29 (29.6)), podrá ser obtenido utilizando la Tabla 12 o empleando otros métodos como el de líneas de rotura.

31.3. En la albañilería simple el esfuerzo normal producido por el momento flector «M», se obtendrá como: $f_n = 6M_w / t^2$ y no será mayor que $f_t = 0,147 MPa$ ($1,5 Kg/cm^2$).

31.4. Los muros no portantes de albañilería armada serán reforzados de tal manera que la armadura resista el íntegro de las tracciones producidas por el momento flector «M»; no admitiéndose tracciones mayores de $8 kg/cm^2$ ($0,754 MPa$) en la albañilería. La cuantía mínima de refuerzo horizontal y vertical a emplear en estos muros será 0,0007 (ver Artículo 2 (2.8)).

31.5. Los arriostramientos serán diseñados por métodos racionales de cálculo, de modo que puedan soportar la carga sísmica «W» (especificada en el Artículo 29 (29.6)) actuante contra el plano del muro.

31.6. La cimentación de los cercos será diseñada por métodos racionales de cálculo. Los factores de seguridad para evitar la falla por volcamiento y deslizamiento del cerco serán 2 y 1,5, respectivamente.

31.7. Están exonerados de las exigencias de arriostramiento los parapetos de menos de 1,00 m de altura, que estén retirados del plano exterior de fachadas, ductos en los techos o patios interiores una distancia no menor de una vez y media su altura.

**CAPITULO 10
INTERACCION TABIQUE DE ALBAÑILERIA-
ESTRUCTURA APORTICADA**

Artículo 32.- ALCANCE

32.1. Este Capítulo aplica a los tabiques de albañilería empleados para reforzar pórticos de concreto armado o acero. Puede aplicarse también para los tabiques de cierre y particiones de edificios aporticados, que no teniendo el propósito específico de reforzar al edificio, están adosados a sus pórticos, cuando el proyectista quiera proteger al edificio de efectos que se describen en el Artículo 32 (32.2).

32.2. Cuando un tabique no ha sido aislado del pórtico que lo enmarca, ante las acciones sísmicas se producirá la interacción de ambos sistemas. Este efecto incrementa sustancialmente la rigidez lateral del pórtico y puede generar los siguientes problemas:

- 1) torsión en el edificio.
- 2) concentración de esfuerzos en las esquinas del pórtico
- 3) fractura del tabique.

4) «piso blando», que se presenta cuando un determinado piso está libre de tabiques, mientras que los pisos superiores se encuentran rigidizados por los tabiques.

5) «columnas cortas», donde el parapeto ó alféizar alto (ventanas de poca altura) restringe el desplazamiento lateral de las columnas.

6) Incremento de las fuerzas sísmicas en el edificio.

Artículo 33.- DISPOSICIONES

33.1. La distorsión angular máxima de cada entrepiso, considerando la contribución de los tabiques en la rigidez, deberá ser menor que 1 / 200. Para atenuar los problemas de interacción tabique-pórtico, se sugiere adicionar al edificio placas de concreto armado que permitan limitar los desplazamientos del entrepiso.

33.2. En esta Norma se propone adoptar como modelo estructural un sistema compuesto por las barras continuas del pórtico de concreto armado, agregando en aquellos paños donde existan tabiques, un puntal diagonal de albañilería (ver el módulo de elasticidad «E_t» en 8.3.7) que trabaje a compresión, en reemplazo del tabique. Opcionalmente, podrá adoptarse otros modelos que reflejen la interacción tabique-pórtico. La sección transversal del puntal será b_{t1} .

donde:

t = espesor efectivo del tabique

b = ancho equivalente del puntal de albañilería = $1/4 D$

D = longitud del puntal (o longitud diagonal del tabique)

33.3. La falla de un tabique puede modificar sustancialmente el análisis estructural elástico al desaparecer el efecto de puntal en los tabiques que se agrietan o desploman; por lo tanto, será necesario que los tabiques se comporten elásticamente, incluso ante los sismos severos, y emplear elementos de anclaje que lo conecten a la estructura principal para evitar su volcamiento ante las acciones ortogonales a su plano.

33.4. Tipos de Falla y Resistencias Asociadas en los Tabiques. Los tipos de falla por carga sísmica contenida en el plano del tabique, así como las resistencias (R) respectivas, en condición de rotura del puntal, se presentan a continuación:

Nomenclatura

R = resistencia última del puntal de albañilería (en kilogramos)

L, h, t = longitud, altura y espesor del tabique, respectivamente (en centímetros)

$D = \sqrt{L^2 + h^2}$
 f_c = resistencia característica a compresión axial de la albañilería (en kg/cm^2). Ver la Tabla 9.

f_t = resistencia última a cizalle de la albañilería = $4 kg/cm^2$

a.- Aplastamiento (R_c). Esta falla se presenta en las esquinas del tabique, triturándose los ladrillos. La resistencia última del puntal se calculará como:

$$R_c = 0,12 f_c D t \quad (33.4a)$$

b.- Tracción Diagonal (R_t). Esta falla se manifiesta a través de una grieta diagonal en el tabique. La resistencia última del puntal se calculará mediante la siguiente expresión:

$$R_t = 0,85 \sqrt{f_m} D t \quad (33.4b)$$

c.- Cizalle (R_s). Este tipo de falla se produce a la mitad de la altura del tabique (junta de construcción) y se caracteriza por ser una grieta horizontal. La resistencia a la rotura del puntal se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$R_s = \frac{f_t L D}{1 - 0,4 h/L} \quad (33.4c)$$

33.5. La fuerza de compresión actuante en el puntal, proveniente del análisis sísmico elástico ante el sismo severo, especificado en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente, deberá ser menor que la resistencia a la rotura del tabique (contemplando los tres tipos de falla indicados en el Artículo 33 (33.4)).

b) Norma Técnica Peruana 339.613:2017

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
2017

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

Norma Técnica Peruana





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

ANEXO 8

Certificados de Calibración de Equipos

ANEXO 8. Certificados de Calibración de equipos

	ORION LABORATORIOS E.I.R.L. Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto
<u>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</u>	
N° 050-18 BAL	
SOLICITANTE : UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES	
CERTIFICA QUE :	El instrumento de medición con el modelo y nro. de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad en el Instituto Nacional de Calidad INACAL.
Instrumento de medición	: BALANZA DIGITAL
Capacidad	: 15 kg.
Marca	: OHAUS
Modelo	: EB15
Nro de Serie	: 8030343969
Fecha de Calibración	: 17.03.2018
Próxima Calibración	: 17.09.2018
 ORION LABORATORIOS E.I.R.L. Ing. Luis Taboada Palacios JEFE DE LABORATORIO RIF: 96551	
MÉTODO DE CALIBRACIÓN CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN NORMA METROLÓGICA NMP 003-1996 Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO PARA BALANZAS DE CLASE I Y CLASE II	
INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN U = 0.01 gr. + 0.0003 l	
PATRONES 01 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kgr, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgo de Pesas de 2 mg a 200 gr, CERTIFICADOS LM -C-088-2017, LM-C-076-2017, LM -C-051-2017	
TRAZABILIDAD Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de la Calidad-INACAL.	
CONDICIONES DE CALIBRACIÓN Temperatura Inicial 23.2 °C Final 23.1°C Humedad Relativa 80%	
RESULTADO DE LA MEDICION Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrológica consultada.	
OBSERVACIONES Con fines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el nro. del certificado.	
<small>Los Huertos de Huachipa Mz. E Lt. 15 - Lurigancho Telf. 371 0531 - 371 0475 Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 9 laboratorio@orionrcp.com areatecnica@orionrcp.com ventas@orionrcp.com www.orionrcp.com</small>	



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° 050-18 BAL

Fecha : 17.03.2018

Caduca : 17.09.2018

RAZON SOCIAL : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

MARCA : OHAUS

MODELO : EB15

SERIE : 8030343969

CLASE

CAPACIDAD

DIVIS DE ESCALA

DIVIS DE VERIFICACION

: II

: 15 Kg

: 0.5 g

: 0.5 g

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios

JEFE DE LABORATORIO

CIP. 56551

Medición Nro	Carga L1 = 7500 g		
	I (g)	AL (g)	E (g)
1	7500,0	0	0
2	7500,0	0	0
3	7500,0	0	0
4	7500,0	0	0
5	7500,0	0	0
6	7500,0	0	0
7	7500,0	0	0
8	7500,0	0	0
9	7500,0	0	0
10	7500,0	0	0

Medición Nro	Carga L1 = 15 Kg		
	I (g)	AL (g)	E (g)
1	15000,0	0	0
2	15000,0	0	0
3	15000,0	0	0
4	15000,0	0	0
5	15000,0	0	0
6	15000,0	0	0
7	15000,0	0	0
8	15000,0	0	0
9	15000,0	0	0
10	15000,0	0	0

CARGA	DIFERENCIA MAXIMA ENCONTRADA	ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES
7500 g	0 g	1 g
15000 g	0 g	5 g

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posic. de Carga	Determinación de error corregido Eo			
	Carga Min	I (g)	AL (g)	E (g)
1	1 g	1	0	0
2		1	0	0
3		1	0	0
4		1	0	0
5		1	0	0

Carga L	Determinación de error corregido Eo				e.m.p. +(g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)	
5000 g	5000,0	0	0	0	1
	5000,0	0	0	0	1
	5000,0	0	0	0	1
	5000,0	0	0	0	1
	5000,0	0	0	0	1

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES			
	I (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,0	0	0	0
2	2,0	0	0	0
5	5,0	0	0	0
10	10,0	0	0	0
20	20,0	0	0	0
50	50,0	0	0	0
100	100,0	0	0	0
200	200,0	0	0	0
500	500,0	0	0	0
1000	1000,0	0	0	0
5000	5000,0	0	0	0
10000	10000,0	0	0	0
15000	15000,0	0	0	0

I (g)	DECRECIENTES			e.m.p. +(g)
	AL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,0	0	0	0	0
2,0	0	0	0	0
5,0	0	0	0	0
10,0	0	0	0	0
20,0	0	0	0	0
50,0	0	0	0	0
100,0	0	0	0	0
200,0	0	0	0	0
500,0	0	0	0	0
1000,0	0	0	0	0
5000,0	0	0	0	0
10000,0	0	0	0	0
15000,0	0	0	0	0

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**N° 001-18 TAE****OTORGADO A** : UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES**CERTIFICA QUE** : El instrumento de medición con el modelo y nro de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad en el Instituto Nacional de Calidad INACAL.

Instrumento de medición : TAMIZADOR ELECTRICO
Marca : ORION
Modelo : TE-01
Serie : 10040103
Fecha de Calibración : 17.03.2018
Próxima Calibración : 17.09.2018

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La Calibración se realizó por comparación entre las lecturas del indicador digital de la centrífuga con el tacómetro patrón.

PATRONES

El Cronómetro Digital marca CASIO, de procedencia Japonesa

TRAZABILIDAD

los Patrones (certificados) son emitidos por el Instituto Nacional de Calidad INACAL. ®

CONDICIONES DE CALIBRACIÓNTemperatura Inicial 23.1°C Final 23.1°C
Humedad Relativa 80 %**RESULTADO DE LA MEDICION**

Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrológica consultada

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
EIP: 58551



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° 001-18 TAE

Fecha : 17.03.2018

Caduca : 17.09.2018

RAZON SOCIAL : UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES

MARCA : ORION
MODELO : TE-01
SERIE : 10040103

	RANGO DE TIEMPOS Minutos	INDICACION PATRON CRONOMETRO CASIO
Ensayo 1	1	1'00''01
Ensayo 2	2	2'00''04
Ensayo 3	4	4'00''03
Ensayo 4	6	6'00''02
Ensayo 5	8	8'00''01
Ensayo 6	10	10'00''04

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Luis Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 010-18 DPC**

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES

TITULO : Calibración de Sistema Digital
para Prensa de Concreto

PRENSA

Marca : ORION
Capacidad : 100 TN
Bomba : ELECTRICA
Serie : 10020307

Indicador : SAFIR
Modelo : MCC

Transductor : AEP Transducer 700 Bar

FECHA : 17 de Marzo del 2018

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.


Ing. Luis Taboada Pajacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 010-18 DPC

INFORMACION DEL EQUIPO**1.- GENERALIDADES.**

A solicitud de: UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES se procedió a verificar el comportamiento de un Sistema Digital de Prensa de Concreto, La calibración se realizó en Lima el 17/03/2018.

2.- DEL SISTEMA A CALIBRAR.

Prensa : **ORION**
Indicador : SAFIR
Transductor : AEP Transducers

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
EIP: 58551**3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN.**

Dispositivo : Celda de Carga
Fabricante : AEP Transducers
Tipo : C2S- 100T
Serie N° : 223693-100B
Carga Nominal : 100,000 Kg
Modalidad : Compresión
Indicador : MP10 N° 6181-2006-06

Calibrado en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica - (INF-LE 095-17A)

4.- PROCEDIMIENTO

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

5.- RESULTADOS

En la Tabla N° 1 se muestran los promedios de las series de verificación y los errores correspondiente.

En el Gráfico N°1 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 010-18 DPC

TABLA N° 1

CALIBRACION DE DE PRENSA DIGITAL
Marca ORION, Indicador Digital MCC, Transductor 700 bar

SISTEMA DIGITAL "A" KG	SERIES DE CALIBRACION (KG)				PROMEDIO "B" KG	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1)	SERIE (2)	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10.000	9.920	9.910	-0.80	-0.90	9.915,00	-0.85	0.87
20.000	19.850	19.900	-0.75	-0.50	19.875,00	-0.83	0.18
30.000	29.900	29.950	-0.33	-0.17	29.925,00	-0.28	0.12
40.000	40.080	40.070	0.20	0.18	40.075,00	0.18	0.02
50.000	50.100	50.200	0.20	0.40	50.150,00	0.30	0.14
60.000	60.200	60.240	0.33	0.40	60.220,00	0.37	0.05
70.000	70.350	70.400	0.50	0.57	70.375,00	0.54	0.05
80.000	80.510	80.600	0.64	0.75	80.555,00	0.69	0.08

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-01

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

$Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$

3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el $\pm 1.0\%$

Coefficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste:

Donde:

$y = 1.0095x - 289.11$

X : Lectura de la pantalla

Y : fuerza promedio (KG)

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Tabares Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

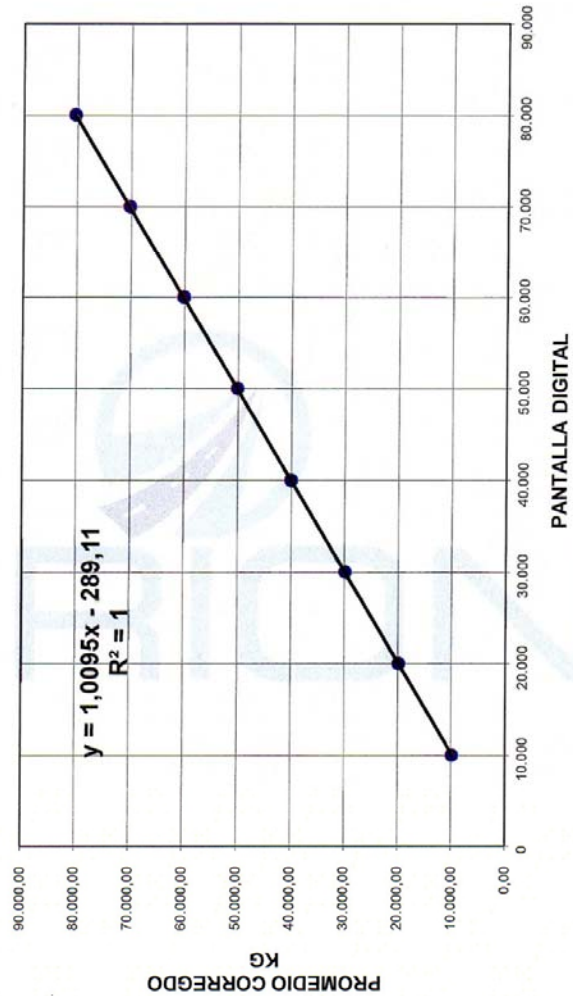
Certificado N 010-18.DPC

GRAFICO N° 1

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

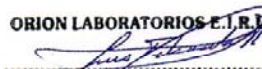
CALIBRACION DE DE PRENSA DIGITAL
 Marca ORION , Indicador ,SAFIR
 Transductor 700 bar

Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 36551



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**N° 048-18 BAL****OTORGADO A** : UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES**CERTIFICA QUE** : El instrumento de medición con el modelo y nro de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad con trazabilidad en el Instituto Nacional de Calidad INACAL.

Instrumento de medición	:	Balanza Digital.
Capacidad	:	120 kg.
Marca	:	OHAUS
Modelo	:	T21P
Nro de Serie Pantalla	:	8031240401
Fecha de Calibración	:	17.03.2018
Próxima Calibración	:	17.09.2018

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN NORMA METROLÓGICA NMP 003-1996 Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO PARA BALANZAS DE CLASE I Y CLASE II

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

U = 1 gr. + 0.00020

PATRONES

01 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kgr, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgo de Pesas de 2 mg a 200 gr, CERTIFICADOS LM -C-088-2017, LM-C- 076-2017, LM -C-051-2017

TRAZABILIDAD

Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de la Calidad-INACAL

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Inicial 23.1°C Final 23.0°C
Humedad Relativa 80%

RESULTADO DE LA MEDICION

Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrologica consultada.

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el nro del certificado.



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nro: 048-18 BAL

Fecha 17/03/2018

Caduca 17/09/2018

RAZON SOCIAL : UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES
 MARCA : OHAUS CLASE : II **ORION LABORATORIOS E.I.R.L.**
 MODELO : T21P CAPACIDAD : 120 kg.
 SERIE : 8031240401 DIVIS DE ESCALA : 0.02 Kg.
 DIVIS DE VERIFICACION : 0.02 Kg.

Luis Toboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

Medición Nro	Carga L1 = 75 kg		
	I (Kg)	AL (Kg)	E (Kg)
1	75,00	1	-0,5
2	75,00	1	-0,5
3	75,00	1	-0,5
4	75,00	1	-0,5
5	75,00	1	-0,5
6	75,00	1	-0,5
7	75,00	1	-0,5
8	75,00	1	-0,5
9	75,00	1	-0,5
10	75,00	1	-0,5

Medición Nro	Carga L1 = 120 kg		
	I (Kg)	AL (Kg)	E (Kg)
1	119,98	1	-0,5
2	119,98	1	-0,5
3	119,98	1	-0,5
4	119,98	1	-0,5
5	119,98	1	-0,5
6	119,98	1	-0,5
7	119,98	1	-0,5
8	119,98	1	-0,5
9	119,98	1	-0,5
10	119,98	1	-0,5

CARGA	DIFERENCIA MÁXIMA ENCONTRADA	ERRORES MÁXIMOS PERMISIBLES
30 Kg	0 Kg	1 Kg
60 Kg	-0,02 Kg	2 Kg

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posic. de Carga	Determinación de error corregido Eo				e.m.p. ±(Kg)
	Carga Min	I (Kg)	AL (Kg)	E (Kg)	
1	10 Kgr.	10,00	1	-0,5	0 ±0,5
2		10,00	1	-0,5	
3		10,00	1	-0,5	
4		10,00	1	-0,5	
5		10,00	1	-0,5	

Carga L	Determinación de error corregido Eo					e.m.p. ±(Kg)
	I (Kg)	AL (Kg)	E (Kg)	Ec (Kg)		
20KG	20,00	1	-0,5	0	0 ±0,5	
	20,00	1	-0,5	0		
	20,00	1	-0,5	0		
	20,00	1	-0,5	0		
	20,00	1	-0,5	0		

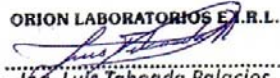
ENSAYO DE PESAJE

Carga L (Kg)	CRECIENTES				e.m.p. ±(Kg)
	I (Kg)	AL (Kg)	E (Kg)	Ec (Kg)	
0,02	0,10	0	0	0	0 ±0,5
0,1	0,50	0	0	0	
0,2	1,00	0	0	0	
0,5	2,00	0	0	0	
1	5,00	0	0	0	
5	10,00	0	0	0	
10	20,00	0	0	0	
15	15,00	0	0	0	
20	20,00	0	0	0	
25	25,00	0	0	0	
50	50,00	0	0	0	
75	75,00	0	0	0	
100	100,00	0	0	0	
120	119,98	0	0	0	

Carga L (Kg)	DECRECIENTES				e.m.p. ±(Kg)
	I (Kg)	AL (Kg)	E (Kg)	Ec (Kg)	
0,10	0	0	0	0	0 ±0,5
0,50	0	0	0		
1,00	0	0	0		
2,00	0	0	0		
5,00	0	0	0		
10,00	0	0	0		
20,00	0	0	0		
15,00	0	0	0		
20,00	0	0	0		
25,00	0	0	0		
50,00	0	0	0		
75,00	0	0	0		
100,00	0	0	0		
119,98	0	0	0		

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**N° 038-18 BAL****OTORGADO A** : UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES**CERTIFICA QUE** : El instrumento de medición con el modelo y nro de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad en el Instituto Nacional de la Calidad - INACAL

Instrumento de medición : Balanza Digital
Capacidad : 500 gr.
Marca : OHAUS
Nro de Serie : -----
Fecha de Calibración : 06.03.2018
Fecha de Prox. Calibración : 06.09.2018

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIF. 50551

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN NORMA METROLÓGICA NMP 003-1996 Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO PARA BALANZAS DE CLASE I Y CLASE II.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

U = 0.01 gr. + 0.0003

PATRONES

Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kgr, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgo de Pesas de 1 mg a 200 gr, gr CERTIFICADOS LM-C-088-2017, LM-C-076-2017, LM 051-2017.

TRAZABILIDAD

Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Servicio Nacional de Metrología de - INACAL.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Inicial 24.2°C Final 24.2 °C
Humedad Relativa 80 %

RESULTADO DE LA MEDICIÓN

Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrológica consultada



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nro 038-18 BAL

Fecha : 06.03.2018

Caduca: 06.09.2018

RAZON SOCIAL : UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES

MARCA : OHAUS

SERIE : -----

CLASE

CAPACIDAD

DIVIS DE ESCALA

DIVIS DE VERIFICACION

: II

: 500 g

: 0.1 g

: 0.1 g

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Luis Taboada Palacios

Ing. Luis Taboada Palacios

JEFE DE LABORATORIO

CIP. 56351

Medición Nro	Carga L1 = 300 g		
	I (g)	AL (g)	E (g)
1	300,0	0	0
2	300,0	0	0
3	300,0	0	0
4	300,0	0	0
5	300,0	0	0
6	300,0	0	0
7	300,0	0	0
8	300,0	0	0
9	300,0	0	0
10	300,0	0	0

Medición Nro	Carga L1 = 500 g		
	I (g)	AL (g)	E (g)
1	500,1	0	0
2	500,1	0	0
3	500,1	0	0
4	500,1	0	0
5	500,1	0	0
6	500,1	0	0
7	500,1	0	0
8	500,1	0	0
9	500,1	0	0
10	500,1	0	0

CARGA	DIFERENCIA MAXIMA ENCONTRADA	ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES
300 g	0 g	0,1 g
500 g	0,1 g	0,2 g

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posic. de Carga	Determinación de error corregido Eo			
	Carga Min	I (g)	AL (g)	E (g)
1	1 g	1	0	0
2		1	0	0
3		1	0	0
4		1	0	0
5		1	0	0

Carga L	Determinación de error corregido Eo					e.m.p. + (g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)		
100 g	100,0	0	0	0	0	0,01
	100,0	0	0	0	0	0,01
	100,0	0	0	0	0	0,01
	100,0	0	0	0	0	0,01
	100,0	0	0	0	0	0,01

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				
	I (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,2	0,2	0	0	0	
1	1,0	0	0	0	
2	2,0	0	0	0	
5	5,0	0	0	0	
10	10,0	0	0	0	
20	20,0	0	0	0	
50	50,0	0	0	0	
100	100,0	0	0	0	
200	200,0	0	0	0	
300	300,0	0	0	0	
400	400,0	0	0	0	
500	500,1	0	0	0	


I (g)	DECRECIENTES				e.m.p. + (g)
	AL (g)	E (g)	Ec (g)		
0,2	0	0	0	0	0,01
1,0	0	0	0	0	0,01
2,0	0	0	0	0	0,01
5,0	0	0	0	0	0,01
10,0	0	0	0	0	0,01
20,0	0	0	0	0	0,01
50,0	0	0	0	0	0,02
100,0	0	0	0	0	0,02
200,0	0	0	0	0	0,02
300,0	0	0	0	0	0,02
400,0	0	0	0	0	0,02
500,1	0	0	0	0	0,02

CERTIFICADO DE CALIBRACION**N° 011-18 HL****CALIBRACIÓN DE HORNO DE LABORATORIO****SOLICITANTE: UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES****EQUIPO:**

Marca : ORION
Modelo : HL-03
Procedencia : Perú
Capacidad : 85 lt.
SERIE : 1005030
Tipo de Ventilación : Natural
Punto de Operación : 110 °C +/- 5 °C

FECHA: Huachipa, 17 de Marzo del 2018

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.


Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

1. CLIENTE

UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES

Dirección

La Calibración se efectuó en Lima.

2. EQUIPO

: **Horno de Laboratorio.**
Marca : ORION.
Modelo : HL-03
Procedencia : Perú
Cámara : 85 lt
Tipo de Ventilación : Natural
Punto de Operación : 110 °C +/- 5 °C
Realizado en : Lima.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 36954

2.1 INDICADOR

: **PIROMETRO AUTONICS**
Alcance : 0°C a 400°C
División de escala : 0.1 °C

2.2 SENSOR

: **TERMOCUPLA TIPO "J"**
Alcance : 0°C a 400°C
División de escala : 0.1 °C

3. METODO DE CALIBRACIÓN.

- SNM – PC-007 – Procedimiento de Calibración de Estufas e Incubadoras. INACAL.

4. PATRÓN DE CALIBRACIÓN.

- Calibrador de Temperatura: Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12180. (5 sensores) con termocuplas Tipo "T"
- Calibrador de Temperatura: Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12020. (5 sensores) con termocuplas Tipo "T".
- Patrón de calibración: Marca AA PRECISION, N/S T0-001
Informe de calibración de INACAL LT-093-2017

5. RESULTADOS**5.1 CONDICIONES AMBIENTALES.**

- Temperatura : 21.3 °C
- Humedad Relativa : 80 %
- Presión Atmosférica : 985 hPa.

5.2 INSPECCION VISUAL.

- El equipo se encuentra en buen estado de conservación.

5.3 CONTROL DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA.

- En función del tamaño de la cámara del equipo se han instalado 10 sensores (Termocuplas) distribuidos de acuerdo a los esquemas indicados en las Páginas siguientes.
- Los valores de temperatura expresados en el ensayo corresponden a los valores alcanzados luego de haber estabilizado la temperatura dentro de la cámara. Los datos de los ensayos ejecutados, así como las curvas correspondientes a los 10 sensores utilizados, se detallan en las páginas siguientes.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Antes de utilizar este equipo, verificar que los resultados del presente certificados, correspondan con los requisitos establecidos en los ensayos a ejecutar.
- La periodicidad de las calibraciones está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo.


1. Control de la distribución de la temperatura:

Ensayo para un valor esperado de: 110 °C

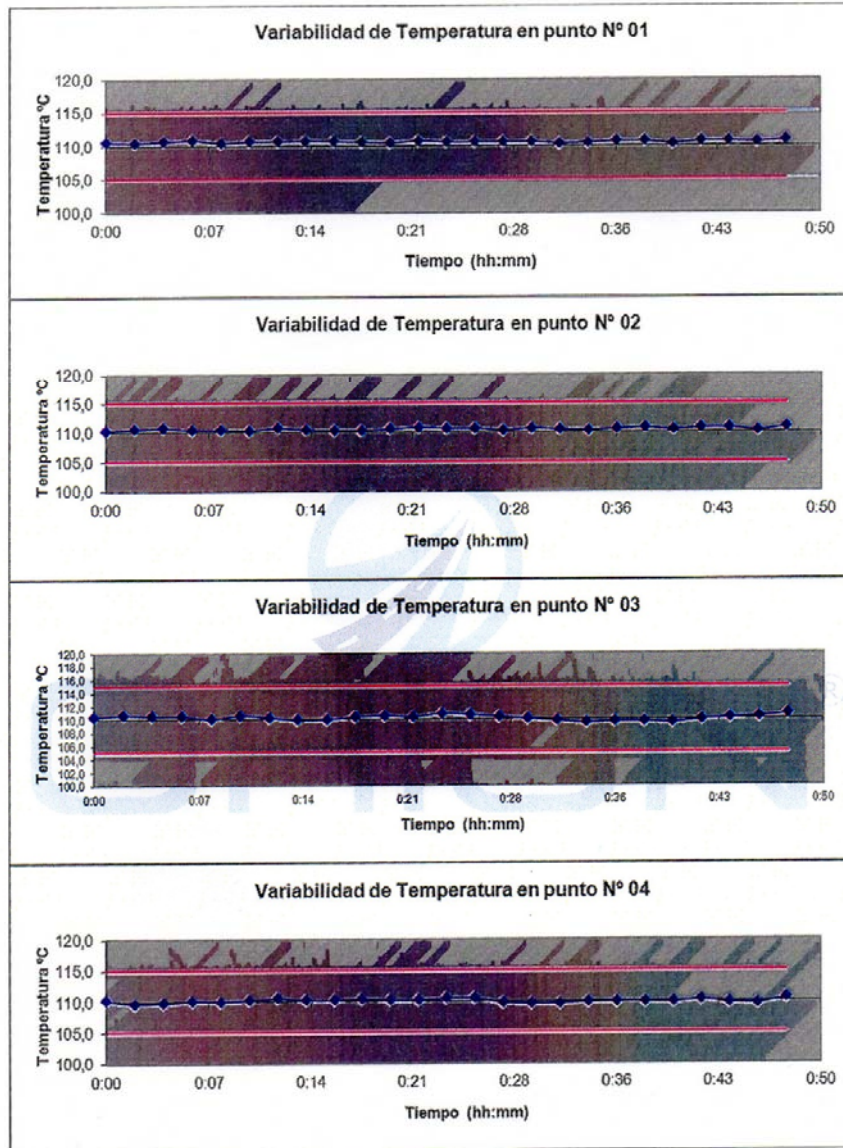
Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110,5	110,5	110,3	110,3	110,1	111,0	110,6	110,6	110,3	111,0	110,2	110,5	0,9
0:02	110,5	110,4	110,5	110,6	109,6	110,3	110,5	111,2	110,1	111,2	110,4	110,5	1,6
0:04	110,5	110,6	110,7	110,4	109,7	111,1	109,8	111,3	109,3	110,5	110,4	110,4	2,0
0:06	110,2	110,8	110,4	110,4	110,0	111,7	110,5	111,4	109,5	110,3	110,5	110,6	2,2
0:08	110,2	110,4	110,4	110,0	109,9	110,1	110,4	111,4	108,9	110,4	110,7	110,3	2,5
0:10	110,1	110,6	110,3	110,5	110,1	110,4	110,4	110,3	108,9	110,1	110,6	110,2	1,7
0:12	110,3	110,6	110,7	110,2	110,4	111,5	110,7	110,0	109,3	109,8	110,8	110,4	2,2
0:14	110,2	110,7	110,4	109,8	110,1	110,1	110,7	109,9	109,1	109,5	110,5	110,1	1,6
0:16	110,2	110,6	110,3	109,9	110,1	110,0	110,4	110,3	109,1	109,8	110,3	110,1	1,5
0:18	110,3	110,5	110,3	110,3	110,3	110,2	110,5	110,8	109,4	110,0	110,4	110,3	1,4
0:20	110,4	110,4	110,5	110,5	110,1	110,3	110,7	110,7	109,2	110,3	110,6	110,3	1,5
0:22	110,2	110,7	110,8	110,3	110,1	110,5	110,6	110,7	109,3	110,3	110,7	110,4	1,5
0:24	110,3	110,5	110,6	110,8	110,4	110,4	110,6	111,1	109,3	110,7	110,7	110,5	1,8
0:26	110,2	110,5	110,6	110,6	110,4	110,7	110,5	110,4	109,3	110,9	110,9	110,5	1,6
0:28	110,3	110,5	110,3	110,3	109,7	110,1	110,6	110,1	108,9	110,3	110,5	110,1	1,7
0:30	110,1	110,5	110,6	110,0	109,5	110,0	110,4	109,8	109,0	109,9	110,7	110,0	1,7
0:32	110,2	110,3	110,4	109,7	109,6	110,2	110,3	109,7	108,9	109,6	110,6	109,9	1,7
0:34	110,2	110,4	110,3	109,4	109,8	110,6	110,4	109,6	109,1	109,4	110,5	110,0	1,5
0:36	110,3	110,6	110,5	109,6	109,9	110,2	110,3	109,8	109,2	109,5	110,8	110,0	1,6
0:38	110,2	110,6	110,7	109,6	109,9	110,0	110,5	110,0	109,1	109,5	110,6	110,1	1,6
0:40	110,3	110,3	110,4	109,4	109,8	110,2	110,4	110,1	109,4	110,0	110,5	110,1	1,1
0:42	110,2	110,6	110,7	109,9	110,1	110,6	110,7	110,4	109,2	110,4	110,9	110,4	1,7
0:44	110,3	110,6	110,7	110,1	109,7	110,1	110,5	110,2	108,9	110,3	110,6	110,2	1,8
0:46	110,1	110,5	110,3	110,3	109,6	109,9	110,7	110,5	109,0	111,4	110,7	110,3	2,4
0:48	110,2	110,8	110,9	110,7	110,4	110,3	110,9	110,7	109,3	110,5	110,9	110,5	1,6
0:50	110,3	110,3	110,4	110,2	110,2	110,0	110,5	110,3	109,5	110,2	110,7	110,2	1,2
T. PROM.	110,3	110,5	110,5	110,1	110,0	110,4	110,5	110,4	109,2	110,2	110,6	110,3	
T. MAX.	110,5	110,8	110,9	110,8	110,4	111,7	110,9	111,4	110,3	111,4	110,9		
T. MIN.	110,1	110,3	110,3	109,4	109,5	109,9	109,8	109,6	108,9	109,4	110,2		

NOMENCLATURA:

- T.Prom. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
Tmax - Tmin Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
T. PROM Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
T. MAX La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
T. MIN La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

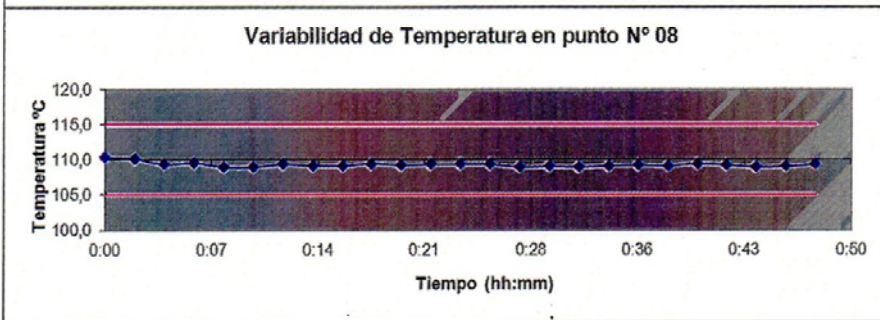
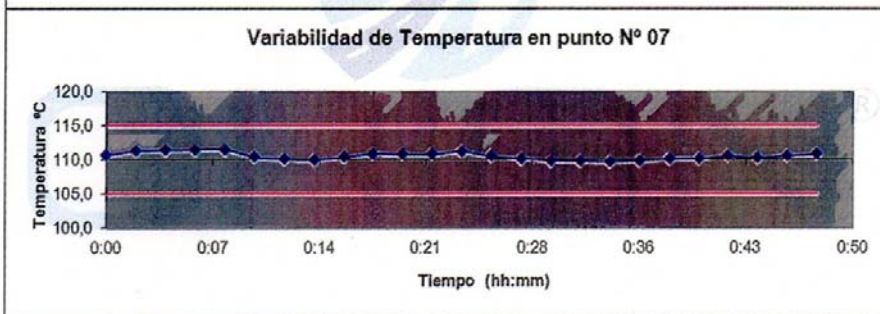
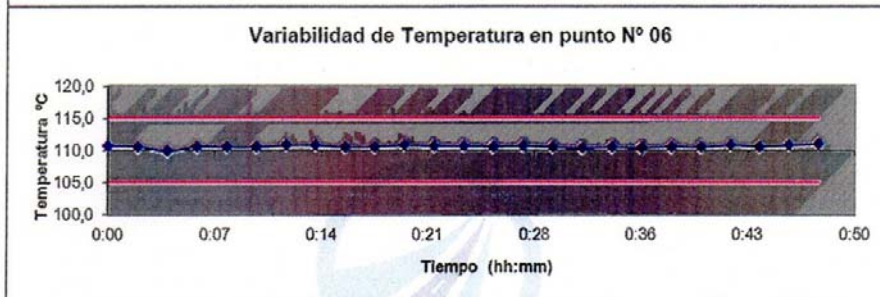
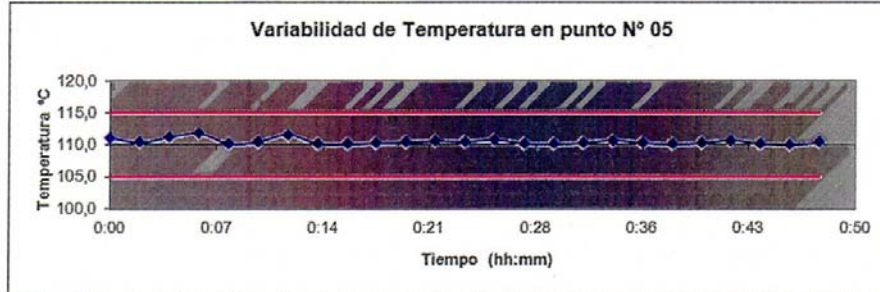
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
EIP: 56551

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



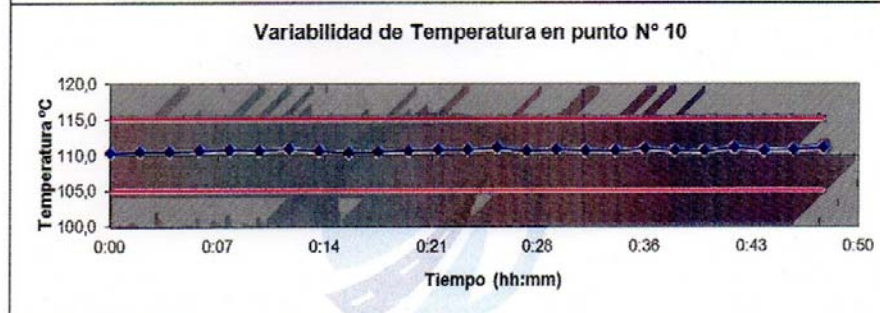
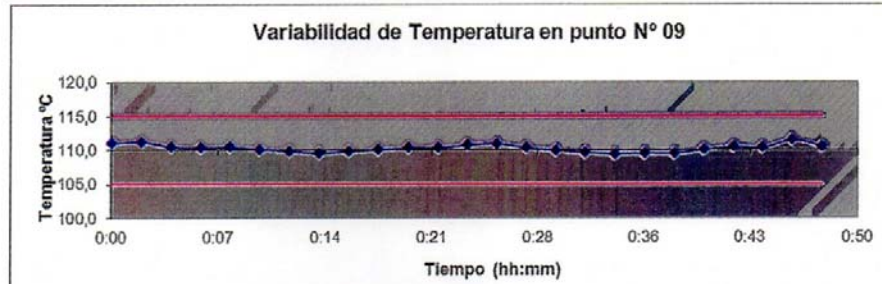
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

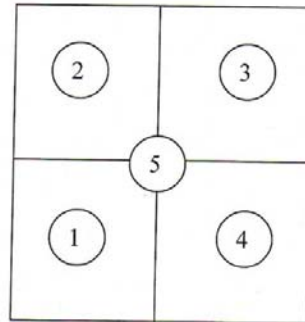
Luis Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551



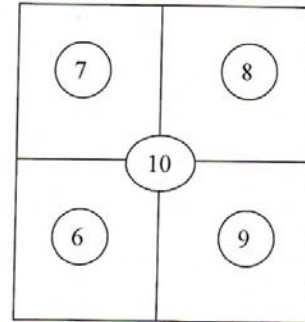
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 50551

DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO PARA 110 °C

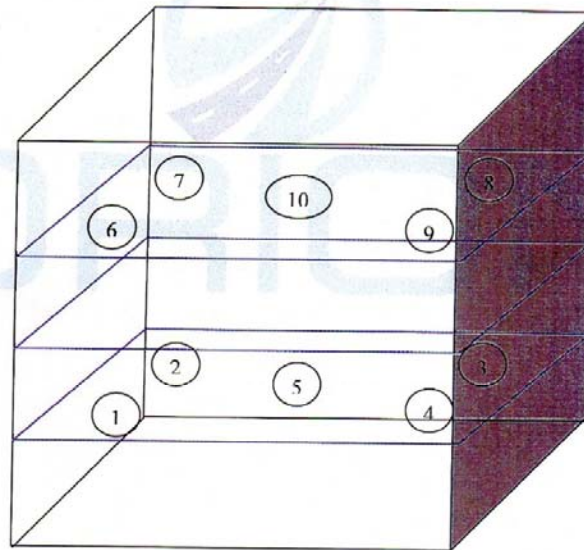


NIVEL INFERIOR

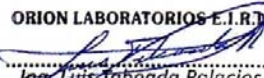


NIVEL SUPERIOR

GRAFICO DE DISTRUBACIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 36931

FUENTES DE CONSULTA

- Arias, F (2018). Estudio de las características elástico resistente de la albañilería con propósito estructural en la ciudad de Huaraz en el 2016. Tesis para optar el grado de bachiller, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Recuperado de: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2094>
- Aguirre, D. (2004). Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín. (Tesis para optar el grado de magister en ingeniería civil, Pontificia Universidad Católica del Perú). Recuperado de: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/137>
- Barranzuela, J (2014) Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región Piura. (Tesis de xxxx, Universidad Nacional de Piura). Recuperado de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1755/ICI_199.pdf?sequence=1
- Chang, A. (2014). La cobertura periodística del fenómeno El Niño de 1925-1926 en el diario El Comercio de Lima. (Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú). Recuperado de: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5609/CHANG_HUAYANCA_ANTONIO_FENOMENO_NINO.pdf?sequence=1
- Chura, S (1994). Estudio del espesor de mortero en muros de albañilería cocida. (Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Nacional de Ingeniería). Recuperado de: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/451>

Guevara, G (2015). Influencia del periodo de exposición al agua en la resistencia a compresión (f'm) de pilas de albañilería fabricadas con ladrillo artesanal. (Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad Privada del Norte). Recuperado de: <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7243/Guevara%20G%C3%A1vez%2C%20Guly.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IASC inter – Standing Committee (2012) Efectos de las inundaciones en la estructura de las viviendas. Recuperado de: <https://www.sheltercluster.org/sites/default/files/docs/Efectos%20de%20las%20inundaciones%20en%20el%20estado%20de%20las%20viviendas-%20final.pdf>

INACAL (2002). NTP 339.604 [Normas].

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2017). Boletín estadístico virtual de la gestión reactiva. Recuperado de: <https://www.indeci.gob.pe/objetos/secciones/MTc=/MjI0/lista/OTk0/201708091706381.pdf>

Institute for Social and Environmental (2017). El niño costero: las inundaciones del 2017 en el Perú. Recuperado de: <http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/44111/2594/4/Libro-PERC-nino-costero.pdf>

Samohod, A. (2018). Separatas y Apuntes del Curso. Lima, Perú.

Shaquihuanga, D (2014). Evaluación del estado actual de los muros de albañilería confinada en las viviendas del sector Fila Alta Jaén. (Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Nacional de Cajamarca). Recuperado de: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/379/T%20721.2%20S524%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2006).

SENAMHI. (2014). El fenómeno El Niño [Figura]. Recuperado de:
http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/07/Dossier-El-Ni%C3%B1o-Final_web.pdf

Norma E-070. Albañilería. Recuperado de:
<https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>

San Bartolomé, A. (1994) Construcciones de albañilería: Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural (1era edición). Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de:
file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/constr_albanileria.pdf

Tapia, C (2015). Evaluación de las características físicas-mecánicas de la albañilería producida artesanalmente en los centros poblados de Manzanamayo y San José del distrito de Baños del Inca - Cajamarca. (Tesis para optar el el título de ingeniero civil. Universidad Nacional de Cajamarca). Recuperado de:
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/627/T%20666.737%20T172%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (s.f.) 100 términos técnicos en la construcción civil. Recuperado de:
<https://myslide.es/documents/100-terminos-tecnicos-en-el-area-de-ing-civil.html>