



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“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 profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Guevara Gálvez, Guly.

Asesor:

Dr.Ing. Mosqueira Moreno Miguel Ángel.

Cajamarca – Perú

2015

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Guly Guevara Gálvez**, denominada:

**"INFLUENCIA DEL PERIODO DE EXPOSICIÓN AL AGUA EN LA
RESISTENCIA A COMPRESIÓN (f'm) DE PILAS DE ALBAÑILERÍA
FABRICADAS CON LADRILLO ARTESANAL"**

Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
ASESOR

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Anita Alva Sarmiento
JURADO

Ing. Teresa Chávez Toledo
JURADO

DEDICATORIA

*El presente trabajo está dedico a la memoria de mi madre **Bertha Gladis Gálvez Villegas**, profesora de educación primaria. Quien en vida supo guiarme por el sendero del bien y apoyarme en todos mis planes y proyectos; y que ahora desde el cielo continúa llenándome de bendiciones y apoyándome para que pueda cumplir todas mis metas.*

*A mi padre **Carlos Guevara Huamán** que ha sido mi compañero, amigo y guía en todo momento.*

Y a todos los que siempre me han apoyado y han tenido plena confianza en mí.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por prestarme la vida y por bendecirme a cada instante.

A mis padres que siempre se esforzaron y lucharon para darme cuanto necesité y por enseñarme a ser una persona de bien.

A todos mis familiares que siempre han estado conmigo para apoyar mis decisiones.

A mis amigos, compañeros y futuros colegas quienes desde el inicio de este trabajo, y a lo largo de nuestra convivencia académica, me apoyaron para poder concluir mis estudios profesionales satisfactoriamente.

A todos los docentes de la Universidad Privada del Norte por contribuir a mi formación profesional y por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias. En especial a:

Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno asesor de esta tesis

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga director de la carrera de ingeniería civil.

Ing. Hugo Miranda Tejada

Ing. Luis Vásquez Ramírez

Ing. Gerson Quispe Rodríguez

Ing. Manuel Urteaga Toro

Ing. Aldo Cabrera

Tec. Lab. Víctor Cuzco Minchan

Quienes más allá de ser excelentes docentes, considero que son grandes amigos para toda la vida.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pag N°
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Formulación del problema.....	20
1.3. Justificación.....	20
1.3.1. <i>Justificación teórica</i>	20
1.3.2. <i>Justificación práctica</i>	21
1.4. Limitaciones.....	21
1.5. Objetivos.....	21
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	21
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	21
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes.....	22
2.2. Bases teóricas.....	23
2.2.1. <i>Albañilería</i>	23
2.2.2. <i>Ladrillo</i>	23
2.2.3. <i>Propiedades físico mecánicas</i>	24
2.2.4. <i>Aceptación de la unidad</i>	27
2.2.5. <i>Mortero</i>	28
2.2.6. <i>Resistencia de prismas de albañilería</i>	30
2.2.7. <i>Absorción de agua en muros de ladrillo</i>	32
2.2.8. <i>Clasificación de los muros de albañilería</i>	33
2.3. Definición de términos básicos.....	33
2.3.1. <i>Albañilería Confinada</i>	33
2.3.2. <i>Albañilería o Mampostería</i>	34
2.3.3. <i>Altura Efectiva</i>	34
2.3.4. <i>Arriostre</i>	34
2.3.5. <i>Borde Libre</i>	34
2.3.6. <i>Columna</i>	34
2.3.7. <i>Confinamiento</i>	34
2.3.8. <i>Construcciones de Albañilería</i>	34
2.3.9. <i>Espesor Efectivo</i>	34
2.3.10. <i>Muro Portante</i>	35
2.3.11. <i>Mortero</i>	35
2.3.12. <i>Unidad de Albañilería</i>	35
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS	36
3.1. Formulación de la hipótesis.....	36
3.2. Variables.....	36
3.1.1. <i>Variable dependiente</i>	36

3.1.2.	<i>Variable independiente</i>	36
3.3.	Operacionalización de variables	36
CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS.		37
4.1.	Tipo de diseño de investigación.....	37
4.2.1.	<i>Unidad de estudio</i>	37
4.2.2.	<i>Población</i>	37
4.2.3.	<i>Muestra</i>	37
4.3.	Métodos.....	37
4.2.1.	<i>Técnicas de recolección de datos y análisis de datos</i>	37
4.2.2.	<i>Observación</i>	37
4.2.3.	<i>Formatos de laboratorio</i>	38
4.2.4.	<i>Procedimientos</i>	38
a.-	Determinación de la variación porcentual	38
b.-	Determinación de la absorción del ladrillo.	40
c.-	Determinación de succión del ladrillo	42
d.-	Ensayo de compresión de cubos de mortero.	43
e.-	Ensayo de compresión de unidades de albañilería.	45
a.-	Determinación de la resistencia a la compresión de pilas de albañilería	46
CAPÍTULO 5. RESULTADOS		53
5.1.	Ensayo de variación dimensional	53
5.2.	Ensayo de succión	53
5.3.	Ensayo de absorción.....	54
5.4.	Ensayo de alabeo.	55
5.5.	Ensayo de compresión de unidades de ladrillo.	56
5.6.	Ensayo compresión de mortero.....	56
5.7.	Cálculo de la resistencia a la compresión axial f'm de pilas expuestas al agua.	57
5.7.1.	<i>Cálculo de resistencia a la compresión axial (f'm) de pilas de albañilería expuestas al agua por cero días</i>	57
5.7.2.	<i>Cálculo de resistencia a la compresión axial (f'm) de pilas de albañilería expuestas al agua por cinco días</i>	59
5.7.3.	<i>Cálculo de resistencia a la compresión axial (f'm) de pilas de albañilería expuestas al agua por diez días</i>	60
5.7.4.	<i>Cálculo de resistencia a la compresión axial (f'm) de pilas de albañilería expuestas al agua por quince días</i>	61
5.8.	Comparación de resultados para cada periodo de exposición.....	62
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS		64
6.1.	Ensayo de variación dimensional:	64
6.2.	Ensayo de succión	64
6.3.	Ensayo de absorción.....	64
6.4.	Ensayo de alabeo	64
6.5.	Ensayo de unidades de ladrillo.....	65
6.6.	Ensayos de compresión de pilas expuestas al agua por cero días.....	65
6.7.	Ensayos de compresión de pilas expuestas al agua por cinco días.....	65
6.8.	Ensayos de compresión de pilas expuestas al agua por a diez días	66
6.9.	Ensayos de compresión de pilas expuestas al agua por quince días	66

6.10.	Comparación de resistencia	66
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES		68
CAPÍTULO 8. RECOMENDACIONES		69
REFERENCIAS		70
CAPÍTULO 9. ANEXOS		72

INDICE DE TABLAS

	Pag N°
Tabla N° 1 VIVIENDAS PARTICULARES, SEGÚN MATERIAL 1993 Y 2007.....	20
Tabla N° 2 GRANULOMETRIA.....	29
Tabla N° 3 TIPOS DE MORTERO	29
Tabla N° 4 METODOS PARA DETERMINAR ($F'm$) y ($V'm$).....	30
Tabla N° 5 INCREMENTO DE $F'm$ y $V'm$ POR EDAD.....	31
Tabla N° 6 RESISTENCIA CARACTERISTICA DE LA ALBAÑILERIA	31
Tabla N° 7 CLASES DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES.....	32
Tabla N° 8 RESULTADOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL.....	53
Tabla N° 9 ÁREA DE CONTACTO DEL LADRILLO CON EL AGUA	54
Tabla N° 10 RESULTADOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN.....	54
Tabla N° 11 RESULTADOS DE ENSAYO DE ABSORCIÓN.....	55
Tabla N° 12 RESULTADOS DE ENSAYO DE ALABEO.....	55
Tabla N° 13 RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DE UNIDADES	56
Tabla N° 14 RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DE MORTERO	57
Tabla N° 15 RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS EXPUESTAS AL AGUA POR CERO DÍAS.....	58
Tabla N° 16 RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS EXPUESTAS AL AGUA POR 5 DÍAS.....	59
Tabla N° 17 RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS EXPUESTAS AL AGUA POR 10 DÍAS.....	60
Tabla N° 18 RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS EXPUESTAS AL AGUA POR 15 DÍAS.....	61
Tabla N° 19 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA CADA PERIODO DE EXPOSICIÓN.....	62

INDICE DE IMÁGENES

	Pag N°
Imagen N° 1 Inundación en Bolivia febrero de 2014.....	13
Imagen N° 2 Inundación en Chile mayo de 2013.....	14
Imagen N° 3 Inundación en Loreto.....	15
Imagen N° 4 Inundación en la Municipalidad Provincial de Cajamarca Enero del 2014.....	18
Imagen N° 5 Inundación por el desborde de la quebrada Los Chilcos en la zona de la Paccha-Huacariz 2013.....	18
Imagen N° 6 Inundación del Colegio Anaximandro Vega Lajas-Chota.....	19
Imagen N° 7 Clasificación de ladrillos según su masa	24

ÍNDICE DE FOTOS

Pag N°

Foto N° 1 Medidas de las dimensiones del ladrillo.....	39
Foto N° 2 Ladrillos sumergidos en agua por 24 horas	40
Foto N° 3 Pesaje de los ladrillos.....	41
Foto N° 4 colocacion de ladrillos al horno.....	42
Foto N° 5 colocacion de ladrillos en la Bandeja	43
Foto N° 6 Toma de medidasd de cubos de mortero.....	44
Foto N° 7 Elaboracion de mezcla	47
Foto N° 8 Elaboracion de pilas de albañileria	48
Foto N° 9 Colocacion de pilas de albañileria en agua.....	48
Foto N° 10 Colocacion de pilas de albañileria en agua.....	49
Foto N° 11 Medida de las dimensiones de cada una de las pilas	49
Foto N° 12 Colocación de pila de albañileria en maquina a compresion	50
Foto N° 13 Visualizacion de la deformacion de la pila de albañileria	51
Foto N° 14 Visualizacion de la deformacion de la pila de albañileria	51
Foto N° 15 Verificación del trabajo relaizado por parte del director de carrera Ing. Orlando Aguilar Aliaga.....	73
Foto N° 16 Verificacion del trabajo relaizado por parte del asesor de tesis Ing. Miguel Angel Mosqueira	73
Foto N° 17 Elaboracion de pilas de albañileria	74
Foto N° 18 Elaboracion de Mezcla	74
Foto N° 19 Almacenamiento y curado de pilas	75
Foto N° 20 Ensayo a cero dias de exposicion al agua	75
Foto N° 21 Verificacion de ensayo por el asesor de tesis	76
Foto N° 22 Exposicion de pilas en agua	76
Foto N° 23 Falla del ladrillo	77
Foto N° 24 Ensayos de succion.....	77
Foto N° 25 pesaje de ladrillo ensayado a absorcion	78
Foto N° 26 Retiro de ladrillos del horno	78
Foto N° 27 pesaje de ladrillos ensayados a succion	79
Foto N° 28 Medidas de las dimensiones del ladrillo.....	79

RESUMEN

La presente tesis busca determinar de manera científica cuál es la influencia del periodo de exposición al agua en la resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería, fabricadas con ladrillo artesanal. Para ello, se seleccionaron aleatoriamente un total de 250 ladrillos de arcilla, procedentes de una fábrica artesanal ubicada en la comunidad de Quiriyayquero – Cerrillo distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca. Con estos se elaboraron, en el laboratorio de la Universidad Privada Del Norte, un total de 60 pilas de albañilería con un mortero cemento – arena en proporción (1:4), con un espesor de junta de 1 cm, a fin de ser ensayados a compresión axial. Estas fueron curadas de manera convencional en la poza de curado por un periodo de 28 días, tal como lo especifica la norma E-070 albañilería. Luego del periodo de curado, 15 pilas fueron ensayadas a compresión axial con la finalidad de tener una muestra patrón, exponiendo al agua las pilas restantes que fueron ensayadas en número de quince, cada cinco días, haciendo un total de 45 pilas en 15 días. Los resultados muestran que en los primeros cinco días de exposición las pilas de albañilería aumentan su resistencia a la compresión f'm, llegando a un valor de 34.04 kg/cm². Sin embargo, al pasar más tiempo expuestas al agua, la resistencia a la compresión disminuye de manera progresiva hasta llegar a un valor de 25.83 kg/cm², obtenido luego de quince días de exposición al agua. De esta manera se demuestra que el valor f'm, después de quince días de exposición, disminuye un 11.55% respecto del valor patrón.

ABSTRACT

This thesis sought to determine scientifically which is the influence of the period of exposure to water resistance to axial compression piles of masonry made of handmade bricks, for it were randomly selected a total of 250 bricks of clay, from a handicraft factory located in the community of Quiriayquero - Cerrillo district of Baños del Inca province and department of Cajamarca, with which were developed in the laboratory of Private University Del Norte a total of 60 piles of masonry with a mortar cement - sand ratio (1: 4), with a thickness of 1 cm, to be tested in axial compression, these were cured in conventional manner in the pool curing for a period of 28 days as specified by the standard E- 070 masonry design. After the curing period 15 cells were tested to axial compression in order to have a standard sample, exposing the remaining water batteries were tested in fifteen number every five days for a total of 45 cells in 15 days. The results show that in the first five days of exposure piles of masonry increase its compressive strength $f'm$, reaching a value of 34.04 kg/cm^2 . However to spend more time exposed to water, the compressive strength decreases progressively until reaching a value of 25.83 kg/cm^2 obtained fifteen days of exposure to water, so it is shown that the value fifteen $f'm$ a days of exposure decreases 11.55% compared to the standard value.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Existen pocos lugares sobre la faz de la Tierra en los que el ser humano no tenga que preocuparse por las inundaciones. Cualquier lugar con precipitaciones pluviales está en riesgo de inundación, aunque la lluvia no es el único impulsor de ellas. Éstas ocurren cuando el agua se desborda o inunda suelos generalmente secos. Este fenómeno puede suceder en una gran cantidad de formas, la más habitual son aquellas en las que los ríos o arroyos desbordan sus riberas, las lluvias excesivas, las presas o diques desbordados, la fusión rápida de glaciares montañosos e incluso bloqueos los cauces que pueden inundar los terrenos adyacentes. Del mismo modo, las inundaciones costeras ocurren cuando una gran tormenta o tsunami hace que el mar se adentre en tierra firme ocasionando que viviendas aledañas queden bajo el agua, expuestas, en algunos casos, por largos periodos de tiempo, y generando daños en estructuras y construcciones, que en muchas de las ocasiones culminan con el deterioro o caída de las mismas (National Geographic, 2015).

Latinoamérica no es ajena a estos eventos climáticos tan fuertes, ya que es una zona que presenta climas variados, muchos de los cuales son lluviosos y conllevan gran cantidad de agua precipitada. Un claro ejemplo de esto son los países vecinos, Bolivia y Chile, lugares en los que, en los últimos años, se vienen dando las mayores precipitaciones e inundaciones de su historia, dejando miles de viviendas en muy mal estado; y muchas otras en colapso total. Producto de esto, cientos de personas mueren y otras más desaparecen o quedan atrapadas en los escombros (Mata, 2014).

Imagen N° 1 Inundación en Bolivia Febrero de 2014



FUENTE: BBC, Mundo, s.

También podemos mencionar la inundación del 29 de mayo del 2013 que se suscitó en todo el centro y sur de Chile, que dejó como saldo más de 5200 personas afectadas por la lluvia, y unas 1200 viviendas con algún tipo de daño estructural producto de la inundación (Mata, 2014).

Imagen N° 2 Inundación en Chile mayo de 2013



FUENTE: BBC MUNDO, 2015.

En el Perú, las lluvias se producen entre los meses de Noviembre y Abril de cada año, durante la temporada de lluvias. En la Costa existen 53 cuencas, cuyos ríos se originan en la cordillera de los Andes y desembocan en el Pacífico. La gran mayoría de ellos solamente conduce agua durante los meses de Diciembre a Abril, permaneciendo el resto del año con bajos caudales sin embargo Debido al arrastre de suelos, producto de la erosión, y que luego se sedimentan y depositan en las partes planas, cada año los ríos desbordan con menor caudal, produciendo inundaciones de diversa magnitud, las mismas que destruyen con gran facilidad viviendas de adobe, dejan dañadas estructuras armadas y de albañilería; y hacen colapsar las redes de alcantarillado, pozos y captaciones de agua (Predecán, 2008).

Un claro ejemplo de esto lo constituye la inundación ocurrido en Loreto, pues los intensos aguaceros y persistentes lloviznas, causaron daños e inundaciones en este departamento, desde Noviembre de 2011 hasta inicios de 2012. Cabe resaltar que el nivel

de agua en el río Amazonas aumentó produciendo grandes desbordes. Como consecuencia de esto, varios pueblos fueron afectados (19,209 familias damnificadas y 18,400 afectadas) y 26 mil hectáreas de cultivo fueron inundadas, pues, el nivel del agua alcanzó calles capitalinas de Iquitos. El 24 de Abril de 2012, la creciente perdió intensidad, e inició la primera etapa de vaciante (Arellano, 2012).

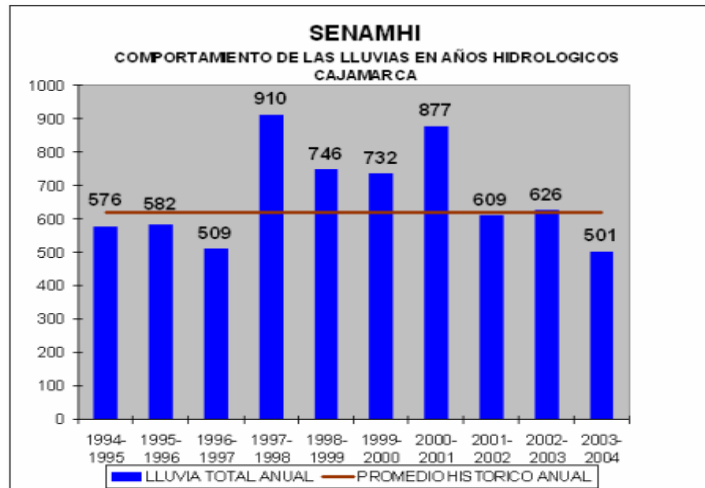
Imagen N° 3 Inundación en Loreto



FUENTE: Arellano, 2012.

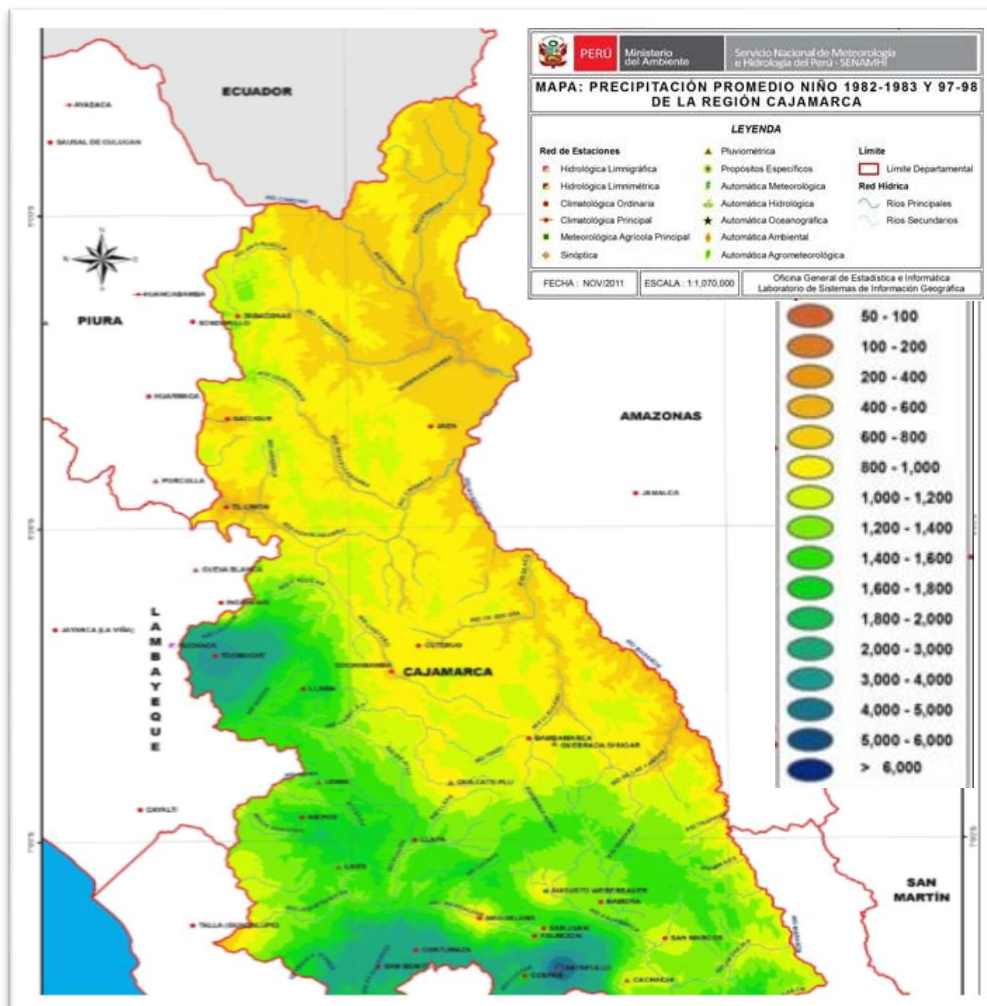
Por otro lado, al enfocarnos en la realidad local podemos darnos cuenta que en la región Cajamarca, el comportamiento anual de las precipitaciones en los últimos diez años, muestra la variabilidad de las mismas, tal como se puede ver en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 1
Registro Precipitaciones Promedio Más Fuertes en Cajamarca Años 95 al 2004



FUENTE: SENAMHI, MAPA CLIMATICO DE CAJAMARCA, 2011.

Gráfico N° 2
Mapa de Precipitaciones Promedio de El Fenómeno de El Niño 1982-1983 y 97-98 de la Región Cajamarca



FUENTE: SENAMHI, MAPA CLIMATICO DE CAJAMARCA, 2011.

Aquí se muestran periodos de años húmedos básicamente asociados al fenómeno de El Niño del año 1997-1998 hasta el año 2000-2001; y periodo de años deficientes en lluvia como son los periodos 1996-1997; 2003-2004. Durante los eventos del fenómeno de El Niño, las precipitaciones se hacen más frecuentes y con intensidades elevadas a nivel diario, superando los 30 litros por metro cuadrado en un día, lo que permite que rápidamente se presenten crecidas en los caudales de los ríos. Esto a su vez genera deslizamientos, inundaciones, y por ende, daños en la infraestructura.

La región Cajamarca registró diversos daños a consecuencia del fenómeno de El Niño entre los años 1997-1998. Entre estos daños, los más graves fueron el colapso de 500 viviendas y 19 centros educativos producto de las inundaciones y deslizamientos (Senamhi, 2014).

En Enero del 2003, cientos de familias resultaron damnificadas luego de una inundación de agua, lodo y piedras, que afectó el distrito de los Baños del Inca, en el departamento de Cajamarca. La inundación fue provocada por el desborde de las quebradas el Shaullo y Altomayo, que se ubican en la parte alta del distrito. Los sectores más afectados fueron la urbanización residencial Laguna Seca y el local comercial de la empresa Ferreyros, así como los jirones Sinchi Roca, Manco Cápac, Cápac Yupanqui y la comisaría del distrito.

En la provincia de Celendín, el día 09 Noviembre del 2004, a las 16:10 horas se presentaron fuertes lluvias con presencia de granizo acumulando 39,2 litros por metro cuadrado, causando la inundación de varias viviendas y la muerte de un niño de 8 años. El 18 Marzo del 2005, entre las 14:45 hasta las 18:30 horas, se produjo precipitaciones de tipo tormenta con presencia de truenos, relámpagos y granizo, acumulándose 47,4 litros por metro cuadrado, ocasionando la caída de 45 casas y más de 400 casas por colapsar. Asimismo, en el caserío de Molinopampa quedaron damnificadas 20 familias (INDECI, 2006).

A nivel local, vale la pena mencionar la inundación ocurrida en la ciudad de Cajamarca en Enero del 2014, donde la recientemente inaugurada Municipalidad Provincial de Cajamarca, quedó bajo varios centímetros de agua, luego de una fuerte precipitación, y permaneció así por varios días (EL COMERCIO, 2014).

Imagen N° 4 Inundación en la Municipalidad Provincial De Cajamarca Enero de 2014



FUENTE: EL COMERCIO, 2014.

También podemos mencionar la inundación que sufrió el sector denominado La Paccha-Huacariz, ubicado en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca, producida en Marzo del 2013. Ésta dejó numerosas familias sin vivienda, debido al colapso de las mismas producto del desborde de la quebrada los Chilcos (RPP, 2013).

Imagen N° 5 Inundación por el desborde de la quebrada Los Chilcos, en la zona de la Paccha - Huacariz en el 2013



FUENTE: RPP, 2013.

Por último, se puede mencionar la inundación que sufrió el colegio Anaximandro Vega, ubicado en distrito de Lajas, provincia de Chota, en marzo del 2013, donde las fuertes lluvias y un derrumbe causado por la construcción de la carretera Chota – Chiclayo, provocó una inundación que mantuvo a esta institución bajo las aguas del río Chotano por

varios días; y dejó a la estructura de dicho plantel en muy malas condiciones que pusieron en riesgo la integridad de los alumnos y docentes (SANTA MONICA, 2013).

Imagen N° 6 Inundación del colegio Anaximandro Vega, Lajas-Chota



FUENTE: SANTA MONICA, 2013.

Como se puede ver, Cajamarca es una región que presenta un alto peligro de inundaciones, debido a su geografía variada y a su clima impredecible que presenta fuertes precipitaciones pluviales recurrentes a través de los años.

Por otro lado, debemos tener en cuenta el hecho que en Cajamarca la mayoría de las viviendas son construidas con sistema de albañilería confinada, utilizando como unidad de albañilería ladrillos de arcilla fabricados de manera artesanal. Así también debemos tener en cuenta que las construcciones en Cajamarca en su mayoría no presentan asesoramiento técnico calificado en el proceso de construcción; y que las construcciones de este tipo crecen anualmente a una tasa de 8%, lo que representa un promedio de 2226 viviendas por año, tal como se muestra en la tabla N°1

Tabla N° 1 VIVIENDAS PARTICULARES, SEGÚN MATERIAL 1993 Y 2007

Material predominante en las paredes exteriores	1993		2007		Incremento interesal		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual %
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
Total	250459	100	325399	100	74940	29.92 11	5353	1.9
Ladrillos o bloques de concreto	15645	6.2	46810	14.4	31165	199.2	2226	8
Adobe o tapial	193070	77.1	249578	76.7	56508	29.3	4036	1.8
Madera	4343	1.7	5114	1.6	771	17.8	55	1.2
Quincha	20760	8.3	12278	3.8	-8482	-40.9	-606	-3.6
Estera	169	0.1	438	0.1	269	159.2	19	6.9
Piedra con barro	14984	6.0	10247	3.1	-4737	-31.6	-336	-2.6
Piedra sillar con cal o cemento	880	0.4	157	0.0	-723	-82.2	-52	-11.4
Otros materiales	644	0.3	777	0.2	133	20.7	10	1.3

FUENTE: INEI, 2007.

Como se puede ver la albañilería es el sistema estructural predominante en nuestro medio. Utiliza ladrillo artesanal el cual no tiene ningún control de calidad en el proceso de fabricación. Además, al ser fabricado con arcilla y cocido en horno artesanal, presentan porosidad y por ende tiene gran avidez por el agua, por lo que cuando son expuestas a ella tienden a perder resistencia. Es por este motivo que cuando se presentan inundaciones de gran magnitud y con larga duración, las viviendas construidas con este material son las más afectadas, ya que poco a poco los muros hechos con ladrillos artesanales, pierden su capacidad portante y terminan por fallar, debilitando la estructura progresivamente; y, finalmente, ocasionando el colapso total.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye el periodo de exposición al agua en la resistencia a la compresión (f'm) de pilas de albañilería fabricadas con ladrillo artesanal?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación teórica.

En ingeniería, el ensayo de compresión es un ensayo técnico para determinar la resistencia de un material y su deformación ante un esfuerzo de compresión. Se puede realizar sobre cualquier material, y los valores que se obtienen son muy importantes para el diseño de elementos estructurales que estén sometidos a

cargas, ya sea puntuales o distribuidas. Así pues, al ensayar a compresión pilas de albañilería, se obtiene el valor de resistencia a la compresión (f'm) que es un valor muy importante, y que se debe tomar en cuenta a la hora de diseñar muros de albañilería, ya que nos indica cuál es la capacidad de soporte de carga de los mismos por unidad de área (kg/cm^2)

1.3.2. Justificación práctica.

Los valores obtenidos de la presente investigación, pueden ser utilizados o tomados en cuenta para el diseño de muros de albañilería que se construyan en lugares con peligro de inundación. De este modo, se puede prever los daños que puede sufrir una estructura de albañilería en una inundación, mucho antes que esta suceda.

1.4. Limitaciones

- No existe un control de calidad en la producción de ladrillos de arcilla en nuestro medio, por lo que se hizo necesario realizar una selección de los ladrillos a utilizar.
- Los agregados comercializados en nuestro medio, difícilmente presentan características homogéneas y adecuadas para la elaboración del mortero. Por ello, fue necesario realizar un tamizado del agregado. Esto a fin de que cumpla la granulometría requerida por norma.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar la influencia del periodo de exposición al agua, en la resistencia a la compresión (f'm) de pilas de albañilería, fabricadas con ladrillo artesanal.

1.5.2. Objetivos Específicos

1. Realizar los ensayos de clasificación de las unidades de albañilería
2. Elaborar sesenta pilas de albañilería, acorde con la norma técnica de edificaciones E-070 Albañilería.
3. Ensayar a compresión en intervalos de cinco días, quince pilas de albañilería para determinar su resistencia a la compresión (f'm)
4. Procesar los datos estadísticamente para luego compararlos.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En la tesis denominada "Estimación Analítica de la Resistencia al Corte de Muros de Albañilería Confinada Mediante el Modelo Crisafulli." Elaborada por (Cabezas, 2011) considera que los edificios de albañilería por su configuración y estructuración, en condiciones normales de carga, están sometidos principalmente a fuerzas axiales provenientes de la acción de las cargas muertas y de la sobrecarga de uso. La aparición de otras sollicitaciones, fuerza de corte y momento de flexión, se producen por la acción sísmica y resultan determinantes en el diseño de los edificios de albañilería ubicados en zonas de alta sismicidad.

En el estudio realizado por los ingenieros: Natividad Sánchez, Marcos Zapata y Hugo Granados, denominado "Análisis de las Unidades de Albañilería Producidas en Huancayo" (1992), concluyeron que las unidades clasificaban como tipo I, según los ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción, densidad. Los ensayos de resistencia a la compresión de las unidades $f'b$, cuyos resultados fueron 37.78 Kg/cm^2 y 43.04 kg/cm^2 , resultaron menores a lo especificado en la normativa. Para unidades del Tipo I, la resistencia mínima debía ser de 60 kg/cm^2 . Por tanto, se determinó que en esta parte del país no se cumplía la normativa vigente de la época. Y en su estudio: "Evaluación de las Características Estructurales de la Albañilería, producida con Unidades Fabricadas en la Región Central Junín", determina que los resultados de resistencia a compresión de las unidades $f'b$, generan un valor promedio de 39.41 kg/cm^2 ; valor que no se aproxima al mínimo recomendado en la normativa E.070. 2004 (50 kg/cm^2). Del mismo modo, la resistencia a la compresión en pilas de albañilería, presentan valores promedios de $f'm = 16.74 \text{ kg/cm}^2$, $f'm = 35.56 \text{ kg/cm}^2$, mientras la norma específica un: $f'm = 35 \text{ kg/cm}^2$, concluyendo que las unidades de albañilería de la región central Junín, presentan un mejor comportamiento como albañilería y no como unidad.

Mosqueira, J y Díaz, M. (1984) con los ensayos a los componentes de un muro de albañilería, determinaron que al ensayar el ladrillo de arcilla, su compresión y flexión son relativamente bajas, debido al material empleado en la fabricación; y al deficiente proceso constructivo de este. Determinan, además, que la absorción tiene una relación inversa con la resistencia; es decir, mientras menor sea la absorción de la unidad, mayor será la resistencia. Para el mortero utilizado se determina que la resistencia a la compresión disminuye conforme transcurre el tiempo entre el mezclado inicial y su

colocación. Además, determinaron que la resistencia por tandas varía, pese a utilizar las mismas proporciones en cuanto a materiales, y pese a trabajar con el mismo albañil. Esto se debió a que la cantidad de agua es la que varía, pues, se busca la trabajabilidad y pastosidad a criterio del albañil.

En el artículo de investigación "*Efectos de las inundaciones en la estructura de las viviendas*", publicado por IASC inter – Standing Committee, en el 2012, dice que pese a su aparente resistencia, los muros de ladrillo tienen cierta porosidad, por lo que en cierta medida tienen vulnerabilidad al agua y deben tomarse medidas para su protección. Así también indica que esto se debe a la mala calidad de los ladrillos, una baja proporción de cemento en la mezcla y a una deficiente ejecución del aparejo.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Albañilería

La albañilería es el material más utilizado en la construcción de viviendas en el Perú, pues, atiende a un sector de la población del país específico (clase media a baja) y mayoritario. Las viviendas de albañilería son económicas y están al alcance de las clases sociales populares, cuya demanda está entre 2 a 5 pisos; se tiene una ventaja económica de hasta 25% respecto a una solución aporticada u otro tipo d estructura (Aguirre, D. 2004).

2.2.2. Ladrillo

"El ladrillo es una pieza, en forma de prisma rectangular; la cual sirve para la construcción de diversas edificaciones. Es fabricado generalmente de tierra arcillosa, amasado con agua, moldeado, secado y luego cocido en alta temperatura (800 °C a 1000 C). Los ladrillos se venden por millares, se almacenan en rumas no mayores de 2.00m de alto. Se denominan, ladrillos cuando puede ser manipulado y asentado con una mano, y bloques cuando por su peso y dimensiones se tiene que emplear ambas manos" (NORMA E-070, 2007).

Existen en el mercado tres principales tipos de ladrillo y estos son:

a) Ladrillo macizo.

Es aquel de masa compacta sin perforaciones o si las hubiese estas no deben de ser mayores al 10% del volumen total del ladrillo (NORMA E-070, 2007).

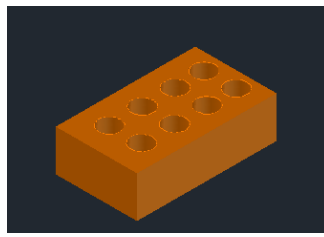
b) Ladrillo perforado.

Es aquel que presenta perforaciones superiores al 10% respecto del volumen del ladrillo (NORMA E-070, 2007).

c) Ladrillo hueco.

Es la que tiene las perforaciones en testa o canto, paralelo a una de las aristas (NORMA E-070, 2007).

Imagen N° 7 Clasificación de ladrillos según su masa



a.- Macizo

b.- Perforado

c.- Hueco

FUENTE: Haro, 2013.

2.2.3. PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS

a) Muestreo de ladrillo.- El muestreo será efectuado en el lugar de fabricación, y para ello se toma la cantidad necesaria de ladrillos para realizar las pruebas previstas, según sea el caso (NORMA E-070, 2007).

b) Resistencia a la Compresión.- Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuarán los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

Se ensayaron medias unidades secas de ancho y altura, equivalentes a las de la unidad original, y longitud igual a media unidad \pm 25 mm. Si la capacidad de resistencia del espécimen excede la capacidad de la máquina, se podrán ensayar piezas menores con un área de sección horizontal bruta no menor a 90 cm².

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

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots (Ec N^{\circ}1)$$

Dónde:

σ = Esfuerzo a la compresión (Kg/cm²)

P = Carga actuante. (Kg)

A = Área resistente. (cm²)

c) Variación Dimensional.- Aunque es una propiedad física, influye en el comportamiento resistente del muro. Por lo que a mayor variación dimensional, mayor espesor de la junta; y mientras mayor sea el espesor de la junta, menor será la resistencia a compresión y la fuerza cortante del muro de albañilería. Las dimensiones de la unidad, según la norma, se expresan como: largo x ancho x altura, en centímetros. El largo y el ancho se refieren a la superficie de asiento; y las dimensiones nominales, comerciales, usualmente incluyen 1cm de junta. La variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta, con mayores variaciones, en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo estrictamente necesario por adhesión, que es de 9 a 12mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión. La prueba de variación dimensional es necesario efectuarla para determinar el espesor de las juntas de la albañilería. Debe hacerse notar que por cada incremento de 3mm en el espesor de las juntas horizontales, adicionales al mínimo requerido de 10mm, la resistencia a compresión de albañilería disminuye en 15%. Esto también produce disminución en la resistencia al corte (NORMA E-070, 2007).

La siguiente fórmula expresa la variabilidad dimensional en porcentaje:

$$V(\%) = \frac{100 \times (Fábrica - Prom)}{Fábrica} \dots (Ec N^{\circ}2)$$

Dónde:

V = Variabilidad dimensional (%)
 Fábrica = Medidas especificadas por el fabricante (cm)
 Prom. = Medidas promedio (cm)

d) Succión.- La succión es la medida de la avidéz del agua de la unidad de albañilería en la cara de asiento, y es la característica fundamental para definir la relación mortero-unidad en la interface de contacto y, por lo tanto, la resistencia a tracción de la albañilería. Está demostrado que con unidades que tienen una succión excesiva al momento del asentado este, no se logra de manera adecuada; Cuando la succión es muy alta, el mortero, debido a la rápida pérdida del agua que es absorbida por la unidad, se deforma y endurece, lo que impide un contacto complejo e íntimo con la cara de la siguiente unidad. El resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua. Se considera que para succiones mayores de 4 gramos por minuto en un área de 200 cm² es requisito indispensable del proceso constructivo que las unidades se humedezcan, siguiendo técnicas adecuadas, para modificar la succión del asentado (NORMA E-070, 2007).

La succión estará dada por la siguiente fórmula:

$$Si = \frac{Qi - Pi}{Ai} \dots (Ec N^{\circ}3)$$

Dónde:

Si = Peso en gramos del ladrillo después de la inmersión
 Pi = Peso en gramos del ladrillo antes de la inmersión.
 Ai = Área en centímetros cuadrados de la tabla del ladrillo descontando los taladros o Perforaciones.

e) **Absorción.**- Es una medida de la permeabilidad de la unidad de albañilería. En las unidades de arcilla no debe exceder el 22%. Las unidades de albañilería con absorción mayor al 22% serán más porosas, y por lo tanto, menos resistente a la acción de la intemperie. La unidad porosa absorberá agua del mortero, secándolo e impidiendo el adecuado proceso de adherencia mortero-unidad, lo que influye en la disminución de la resistencia del muro. Las Normas Peruanas limitan dicho valor debido a que la principal causa de la durabilidad es el intemperismo, y las unidades porosas son menos resistentes a la acción de la intemperie. Este aspecto pierde importancia cuando los muros tienen recubrimiento suficiente para protegerlos del intemperismo (NORMA E-070, 2007).

El cálculo de absorción se realizara empleando la formula siguiente:

$$\text{Absorción } \% = 100(W_s - W_d)/W_d \quad \dots(\text{Ec N}^\circ 4)$$

Dónde:

W_d = Peso seco del espécimen (Kg)

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

2.2.4. 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 (NORMA E-070, 2007).
- b) 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, 2007).

- 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 (NORMA E-070, 2007).
- 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 (NORMA E-070, 2007).
- 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 (NORMA E-070, 2007).
- f) La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia (NORMA E-070, 2007).
- g) La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo (NORMA E-070, 2007).

2.2.5. MORTERO

2.2.5.1. 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 (Bartolomé, 2005).

2.2.5.2. Componentes.

- a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser: cemento Portland o cemento adicionado normalizado y cal hidratada normalizada de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas correspondientes (Bartolomé, 2005).
- b) El agregado fino será arena gruesa natural de cantera, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla N° 02 (Bartolomé, 2005).

Tabla N° 2 GRANULOMETRIA

MALLAS 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 (0.6 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: NORMA E-070, 2007.

- 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 emplear arena de mar.
- El agua será potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica

2.2.5.3. 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 N° 03).

c) Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas en estado suelto indicadas en la Tabla N° 03.

Tabla N° 3 TIPOS DE MORTERO

TIPO	COMPONENTES			USO
	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 E-070, 2007.

2.2.6. RESISTENCIA DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

2.2.6.1. Especificaciones generales

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 N° 04 (NORMA E-070, 2007).

Tabla N° 4 METODOS PARA DETERMONAR ($F'm$) y ($V'm$)

RESISTENCIA CARACTERISTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sismica			Zona Sismica			Zona Sismica		
	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

FUENTE: NORMA E-070, 2007.

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 comprobarse mediante ensayos de laboratorio, previos a la obra y durante la obra.

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 N° 5 (NORMA E-070, 2007).

Tabla N° 5 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	1.1	1

FUENTE: NORMA E-070, 2007.

La resistencia $f'm$ en pilas se obtendrá como el valor promedio de las muestras ensayadas menos una vez la desviación estándar.

$$f'm = \sigma \cdot prom - desv. estandar \quad \dots (Ec N^{\circ}5)$$

En caso de no realizarse ensayos de prismas, podemos emplear los valores mostrados en la tabla N° 6, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla), para otras utilidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

Tabla N° 6 RESISTENCIA CARACTERISTICA DE LA ALBAÑILERIA

Materia Prima	Denominación	UNIDAD $F'b$	PILAS $F'm$	MURETES $V'm$
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4(35)	0.5(5.1)
	King Kong Industrial	14.2(145)	6.4(65)	0.8(8.1)
	Rejilla Industrial	21.1(215)	8.3(85)	0.9(9.2)
Sílice - Cal	King Kong Normal	15.7(100)	10.8(110)	1.0(9.7)
	Dédalo	14.4(145)	9.3(95)	1.0(9.7)
	Estándar y mecano	14.4(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: NORMA E-070, 2007.

Tabla N° 7 CLASES DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en MPa _b (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ₍₁₎	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ₍₂₎	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

FUENTE: NORMA E-070, 2007.

Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

2.2.7. ABSORCIÓN DE AGUA EN MUROS DE LADRILLO

Uno de los problemas más comunes y graves que pueden afectar el muro de ladrillo, es la exposición al agua no controlada. Esto puede ser un problema particular en las áreas expuestas de un edificio, tales como plantas superiores y chimeneas y en las proximidades de las tuberías de agua de lluvia. Otras áreas de especial riesgo son los parapetos y los alrededores de las tuberías y cuñas (fábrica de ladrillo en la esquina de un edificio). Una vez que el agua ha comenzado a penetrar al ladrillo, pronto pueden extenderse a un área más grande; por ello, es fundamental proteger el ladrillo con vierteaguas y corta-goteras adecuados.

Las siguientes pueden ser causas de la penetración del agua y el deterioro asociado:

- ✓ La humedad capilar de la humedad del subsuelo
- ✓ Humedad de condensación causada por la falta de ventilación
- ✓ La falta de sistemas adecuados de conducción de aguas lluvias.

- ✓ Infiltración a través de mortero.
- ✓ Drenaje superficial inadecuado.
- ✓ Invasión de la vegetación.
- ✓ Fabricación defectuosa.

(Canal construcción, 20015).

2.2.8. Clasificación de los muros de albañilería

Se pueden clasificar en dos grupos:

- **Muros portantes**

Son los muros que se emplean como elementos estructurales. Están sujetos a todo tipo de fuerza. Los muros estructurales son los encargados de transmitir las cargas vertical y horizontal de la vivienda hasta la cimentación (San Bartolomé, 1994).

- **Muros no portantes**

Son los muros que no reciben carga vertical. Son usados en cercos, parapetos y divisiones de ambientes. Estos muros deben diseñarse ante cargas perpendiculares a su plano originadas por el viento, sismo u otras cargas de empuje. En nuestro medio, los tabiques son generalmente elaborados de albañilería, debido a las propiedades térmicas, acústicas e incombustibles que esta presenta. Para ello, se utiliza un mortero de baja calidad y ladrillo pandereta, que es el que presenta perforaciones paralelas a la cara de asiento, y que permite aligerar el peso total de los edificios (San Bartolomé, 1994).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Albañilería Confinada.

Se llama así a la 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 (Bartolomé, 2005).

2.3.2. Albañilería o Mampostería.

Es el material estructural compuesto por "unidades de albañilería", asentadas con mortero o por "unidades de albañilería" apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido (Haro, 2013).

2.3.3. Altura Efectiva.

Es la 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 (Bartolomé, 2005).

2.3.4. Arriostre.

Es el 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 (Pari, 2008).

2.3.5. Borde Libre.

Se llama así al extremo horizontal o vertical no arriestrado de un muro (Pari, 2008).

2.3.6. Columna.

Es el 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 (Pari, 2008).

2.3.7. Confinamiento.

Es el conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante (Pari, 2008).

2.3.8. Construcciones de Albañilería.

Se llaman así a las edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería (Morales Galoc, 2012).

2.3.9. Espesor Efectivo.

Es igual al espesor del muro sin tartajeo 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 (Bartolomé, 2005).

2.3.10. 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 (Bartolomé, 2005).

2.3.11. Mortero.

Es el material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería (Haro, 2013).

2.3.12. Unidad de Albañilería.

Se llama así a los ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular (Morales Galoc, 2012).

CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS

3.1. Formulación de la hipótesis

Las pilas de albañilería expuestas al agua por un periodo de hasta 15 días, reducen su resistencia f'm en hasta un 30%.

3.2. Variables.

3.1.1. Variable dependiente

- Resistencia a la compresión (f'm)

3.1.2. Variable independiente

- Tiempo de exposición al agua de las pilas de albañilería

3.3. Operacionalización de variables.

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	SUB VARIABLE	DEFINICIÓN	MEDIDA	INDICADOR	INSTRUMENTOS
INDEPENDIENTE	Tiempo de exposición al agua	-----	Es el tiempo que se expondrá al a las pilas de albañilería	Días	Días calendarios de exposición al agua (0,10,15 días)	Formatos de laboratorio
DEPENDIENTE	Resistencia a la compresión (F'm) de pilas de albañilería	(f'm)	Resistencia característica a compresión axial de la albañilería.	Kg/cm ²	Carga por unidad de área Kg/cm ²	Máquina de compresión axial Formatos de laboratorio

CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS.

4.1. Tipo de diseño de investigación.

- ✓ Dada la naturaleza de la investigación, esta se puede clasificar como experimental.

4.2.1. Unidad de estudio.

- ✓ La unidad de estudio es la pila de albañilería elaborada con cuatro ladrillos y unida con un mortero 1:4 cemento arena, con un espesor de junta de 1 cm, curado por 28 días y expuesto al agua por cinco, diez y quince días, respectivamente.

4.2.2. Población.

- ✓ La población en estudio está constituida por un total de 60 pilas de albañilería que serán ensayadas en grupos de quince, secuencialmente, luego de una exposición al agua de cinco, diez y quince días respectivamente.

4.2.3. Muestra.

- ✓ La norma técnica E-070 Albañilería, especifica en el capítulo quinto (resistencia de pilas de albañilería), artículo 13 ítem (a), que se debe realizar tres ensayos de pilas para determinar la resistencia a la compresión (f'm). Sin embargo, con el fin de tener valores más exactos, para la presente investigación, se ha realizado ensayos con quince pilas de albañilería, que hacen un total de 60 pilas, seleccionadas por el método no probabilístico, por conveniencia, que fueron ensayadas a compresión en intervalos de cinco, diez, y quince días de exposición al agua, respectivamente.

4.3. Métodos

4.2.1. Técnicas de recolección de datos y análisis de datos

La recolección de datos se realizó a través de los siguientes métodos:

4.2.2. Observación.

Durante la realización de los ensayos, la observación es fundamental, ya que a través de esta podemos darnos cuenta de detalles muy importantes tales como la forma de las pilas, textura de las pilas, apariencia física y demás.

4.2.3. Formatos de laboratorio.

Para la recolección de datos, se elaboraron formatos de laboratorio que permiten recolectar la información necesaria al momento de realizar los ensayos previstos. Aquí se anotaron datos importantes, tales como deformación, carga y medida de las pilas de albañilería, que sirven para determinar la resistencia por unidad de área de las pilas de albañilería. Cada uno de los formatos ha sido revisado y aprobados por el director de carrera, asesor de tesis, y técnico de laboratorio.

Luego de la recolección de datos se procedió a realizar el trabajo de gabinete, el cual consigna el ordenamiento de los datos, el análisis sistematizado de los mismos, las operaciones y los cálculos correspondientes; y, finalmente, la creación de gráficos y análisis de datos y discusión de resultados.

4.2.4. Procedimientos

4.2.4.1. Determinación de propiedades ladrillos de arcilla

a.- Determinación de la variación porcentual

La prueba de variabilidad dimensional tiene relación directa con el espesor de las juntas y, por lo tanto, con la altura de las hiladas. A mayor variabilidad dimensional de las unidades, mayor espesor de las juntas lo que da como resultado una albañilería menos resistente a corte y a compresión. Para el ensayo, se utilizaron 10 ladrillos enteros y secos.

Los cálculos se realizaron de la siguiente manera:

La dimensión de cada arista del espécimen ($D=a, b, h$) se tomó como el promedio de 4 medidas en milímetros en la parte media de cada cara (Foto N°1), luego, por cada arista se calculó el valor promedio (Promedio) de toda la muestra; este valor se resta de la dimensión especificada por el fabricante (Fábrica) y se divide entre el promedio. Los resultados se muestran en la tabla N° 8

Foto N° 1 Medidas de las dimensiones del ladrillo



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

HERRAMIENTAS.

- Escalimetro
- Formato de laboratorio.
- Cámara fotográfica.

MATERIALES.

- 10 Ladrillos

PROCEDIMIENTO

- Medir las muestras con el vernier por cada uno de sus lados, cuatro veces; y determinar el promedio de cada dimensión: ancho, largo y alto en mm.
- Determinar las dimensiones comerciales o especificadas por el fabricante del ladrillo.
- La variación porcentual se determinara utilizando la siguiente expresión:

$$V(\%) = \frac{100 \times (Fabrica - Prom)}{Fabrica} \quad \dots (Ec N^{\circ}2)$$

b.- Determinación de la absorción del ladrillo.

Foto N° 2 Ladrillos sumergidos en agua por 24 horas



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

EQUIPOS

- Balanza, capacidad 4000 gr
- Horno de 50L. Temperatura $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$

HERRAMIENTAS.

- Vernier.
- Formato de laboratorio
- Cronómetro.
- Cámara fotográfica.

MATERIALES.

- 05 probetas de ladrillo

PROCEDIMIENTO.

Para este ensayo se utilizaron 5 ladrillos enteros. A continuación, se describe el procedimiento:

- ✓ Se secaron las muestras en el horno a 110°C durante 24 horas, luego se retiraron los ladrillos del horno, se dejaron enfriar a temperatura ambiente y se pesaron.

- ✓ Se registró el peso seco.
- ✓ Se colocaron los ladrillos secos en un recipiente con agua, manteniéndolos completamente sumergidos durante 24 horas asegurando que la temperatura del agua esté entre 15°C y 30°C (Foto N°2). Se registró la temperatura al inicio y al final del periodo de inmersión.
- ✓ Se retiraron los ladrillos del recipiente, se quitó el agua superficial con un paño húmedo y se pesaron.
- ✓ Se registró el peso saturado.
- ✓ Los ladrillos se pesaron dentro de los 5 minutos a partir del momento que se extraen del recipiente

Foto N° 3 Registro de peso de los ladrillos



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- ✓ Determinar el peso saturado. (Mínimo 24h bajo agua)
- ✓ Determinar el peso seco (mínimo 24h en horno)

La absorción se determinara utilizando la siguiente fórmula

$$\text{Absorción \%} = 100(W_s - W_d)/W_d \quad \dots(\text{Ec N}^\circ 4)$$

c.- Determinación de succión del ladrillo

La succión es la medida de avidez de agua del ladrillo en la cara de asiento. Por lo tanto, cuando la succión es excesiva no se logra adherencias adecuadas entre el mortero y el ladrillo usando métodos ordinarios de construcción.

Para este ensayo, se utilizaron 6 ladrillos enteros; y se midió la succión de la superficie de asiento. Se procedió de la siguiente manera:

- ✓ Usando un vernier, se midió el ancho y el largo de las dos superficies de asiento.
- ✓ Se secaron los ladrillos en el horno (Foto N°4) durante 24 horas, a una temperatura de 110°C. Luego se dejaron enfriar y se pesaron. Se registró el peso seco.

Foto N° 4 Colocación de ladrillos al horno



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- ✓ Se montó la bandeja con agua nivelada y se colocó la muestra encima de los soportes, tomando como tiempo cero el momento de contacto del ladrillo con el agua. Durante el tiempo de contacto (1 minuto) se mantuvo el nivel de agua original de la bandeja agregando agua (FotoN°5).

Foto N° 5 Colocación de ladrillos en la Bandeja



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- ✓ Luego de 1 minuto, se retiró la muestra de la bandeja. Se secó el agua superficial con un paño húmedo y se pesó. El pesaje se realizó en un lapso no mayor de 2 minutos. Se registró el peso húmedo.

Para el cálculo de la succión se utilizó la siguiente fórmula:

$$S_i = \frac{Q_i - P_i}{A} \quad \dots(\text{Ec N}^\circ 3)$$

Dónde:

Si = Peso en gramos del ladrillo después de inmersión (Kg)

Pi = Peso en gramos del ladrillo antes de la inmersión (Kg)

A = área en centímetros cuadrados de la tabla de ladrillo,

Descontando los taladros o perforaciones contacto. (cm)

d.- Ensayo de compresión de cubos de mortero.

Para determinar la resistencia a compresión del mortero se elaboraron cinco cubos, de 5 cm de lado, aproximadamente, con una proporción de mezcla cemento – arena 1:4; proporción utilizada para el mortero P2 (portante) tal como se indica en la tabla N°3

EQUIPOS.

- Prensa hidráulica 100Tn.
- Cronómetro.

- Deformimetro.

HERRAMIENTAS.

- Vernier.
- Wincha.
- Formatos de laboratorio.
- Cronómetro.
- Cámara fotográfica.
- Moldes metálicos

MATERIALES.

- 05 cubos de mortero

PROCEDIMIENTO.

- Se determinó la dimensión de cada uno de los cubos. Tomando varias medidas para poder lograr obtener el valor promedio. El valor promedio de sus tres dimensiones, nos acerca al mismo tiempo a un valor cercano que corresponde al área resistente, así como a la dimensión de deformación.

Foto N° 6 Toma de medidas de cubos de mortero



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- Se verificó el paralelismo de las caras que están en contacto a la compresión. Esto ya que la máquina de ensayo no registra el valor de la carga, si sus caras comprimidas no están paralelas.
- Se procedió a iniciar el proceso de carga, anotándose los valores de carga y deformación.

El esfuerzo a la compresión se determinó utilizando la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \dots(\text{Ec N}^\circ 1)$$

Dónde:

σ = Esfuerzo a la compresión (Kg/cm²)

P = Carga actuante. (Kg)

A = Área resistente. (cm²)

e.- Ensayo de compresión de unidades de albañilería.

Para la determinación de resistencia a la compresión de unidades de albañilería, se efectuaron los ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 339.613 y 339.604

EQUIPOS.

- Prensa hidráulica 100Tn.
- Cronómetro.
- Deformímetro.

HERRAMIENTAS.

- Vernier.
- Wincha.
- Formatos de laboratorio.
- Cronómetro.
- Cámara fotográfica.
- Moldes metálicos

MATERIALES.

- 05 Ladrillos

PROCEDIMIENTO.

- Preparar una capa de base para cada espécimen, mediante un mortero de yeso de espesor máximo 4mm.
- Determinar las dimensiones promedio de las probetas es decir el valor promedio a, b, c, por lo menos con la lectura de tres valores. Esto nos garantiza el valor más cercano a la realidad que tiene cada una de sus dimensiones. Los valores de sus tres dimensiones, nos dará el valor más probable del área resistente, así como de las dimensiones que se van a deformar.
- Determinar el área neta que soportara la carga para identificarlo.
- Verificar el paralelismo de las caras que van a ser comprimidas. Esto en la medida que la máquina de ensayo no registra el valor de la carga, si sus caras comprimidas no están paralelas. Sin embargo, si se registran deformaciones, entonces, el diagrama desfuerzo vs deformación puede tener una anomalía, es decir, una deformación inicial sin ningún nivel de carga.
- Para determinar este ensayo se colocan probetas estándar en los platillos de la prensa.
- El esfuerzo a la compresión se determinó utilizando la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots (Ec N^{\circ}1)$$

Dónde:

σ = Esfuerzo a la compresión

P = Carga actuante.

A = Área resistente.

4.2.4.2. Determinación de propiedades mecánicas de pilas expuestas al agua

a.- Determinación de la resistencia a la compresión de pilas de albañilería

EQUIPOS, PROBETAS E INSTRUMENTOS A UTILIZAR

EQUIPOS.

- Prensa hidráulica 100 Tn.
- Cronómetro
- Deformímetro.

HERRAMIENTAS.

- Vernier.
- Wincha.
- Formato de laboratorio.
- Cronómetro.
- Cámara fotográfica.

MATERIALES.

- 60 Pilas de albañilería.

PROCEDIMIENTO

- ✓ Para determinar la resistencia a la compresión $f'm$ de pilas de albañilería, se elaboraron 60 pilas de albañilería conformadas por cuatro unidades de ladrillo, con un mortero, cemento arena, en proporción 1:4, con un espesor de junta de 1 cm; y fueron curadas por un periodo de tiempo de 28 días, tal como lo especifica la normativa vigente E-070 Albañilería.

La secuencia de construcción fue la siguiente:

- ✓ Se seleccionaron los ladrillos, eliminando los que tenían esquinas defectuosas o rajaduras. Luego, se limpiaron con una escobilla.
- ✓ Se preparó suficiente mortero para usarse en 1 hora de trabajo. (Foto N°7)

Foto N° 7 Elaboracion de mezcla



FUENTE: Elaboración propia, 2015

- ✓ Para el asentado se colocó primero una capa de mortero que cubría toda la superficie de asiento (Foto N°8); y, luego, se colocó el ladrillo.

Foto N° 8 Elaboración de pilas de albañilería



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- ✓ Terminado el periodo de curado, se procedió a ensayar a compresión quince pilas de albañilería, con la finalidad de tener una muestra patrón o línea base, exponiendo las restantes al agua (Foto N°9 - 10) por tiempos de cinco, diez y quince días, en grupos de quince unidades respectivamente.

Foto N° 9 Colocación de pilas de albañilería en agua



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 10 Colocacion de pilas de albañilería en agua



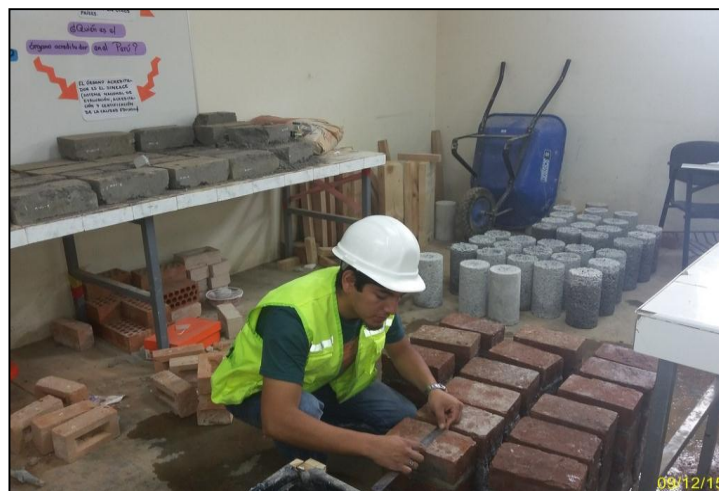
FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- ✓ Luego de exponer las pilas en agua, estas fueron ensayadas en grupos de quince, cada cinco días hasta completar los quince días, teniendo las siguientes consideraciones.

ANTES DEL ENSAYO:

- ✓ Determinar las dimensiones promedio de las pilas, es decir, el valor promedio de a, b y h por lo menos con la lectura de tres valores para garantizar el valor más cercano a la realidad que tiene cada una de sus dimensiones.

Foto N° 11 Medida de las dimensiones de cada una de las pilas



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- ✓ Los valores de sus tres dimensiones nos dará el valor más probable del área resistente así como de la dimensión que se va a deformar.
- ✓ Verificar el paralelismo de las caras que van a ser comprimidas, esto en la medida que la máquina de ensayo no registra el valor de la carga si sus caras comprimidas no estén paralelas; sin embargo, si se registra deformaciones, entonces, el diagrama Esfuerzo vs Deformación puede tener una anomalía, es decir, una deformación inicial sin ningún nivel de carga.
- ✓ Para determinar este ensayo, se coloca las pilas de albañilería entre los platillos de la prensa y se procede a someter a carga.

Foto N° 12 Colocación de pila de albañilería en la máquina a compresión



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

DURANTE DEL ENSAYO:

- ✓ Marcar y codificar cada espécimen.
- ✓ Medir el área resistente.
- ✓ Revisar que las caras estén paralelas, caso contrario uniformizarlas.
- ✓ Colocar papel en la base y en la parte superior del espécimen.
- ✓ Llevar el espécimen a la prensa hidráulica.
- ✓ Medir carga y deformación longitudinal en la máquina de compresión.

- ✓ Se debe observar en forma permanente el limbo de carga. Resulta interesante e importante observar permanentemente el limbo de carga porque antes que se produzca el fallamiento total de la probeta, las agujas suelen tratar de regresar en vez de avanzar. Esto se traduce o interpreta como que la probeta ha fallado parcialmente; luego, las agujas seguirán un movimiento en ascenso.

Foto N° 13 Visualización de la deformación de la pila de albañilería



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- ✓ Se procede a anotar cada una de las deformaciones producidas por al incremento de carga, cada 500 kg
- ✓ Una vez rota la pila se toma nota de la carga última y de la deformación máxima.

Foto N° 14 Visualización de la deformación de la pila de albañilería



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- ✓ Finalmente, se retira la pila de albañilería y se procede a preparar la máquina para la siguiente prueba

La resistencia a la compresión de cada pila se determinará utilizando la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots (Ec N^{\circ}4)$$

Dónde:

σ = Esfuerzo a la compresión. (Kg/cm²)

P = Carga actuante. (Kg)

A = Área resistente. (cm²)

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

Luego de realizarse los ensayos de variación dimensional, absorción, succión, y compresión de pilas, enmarcados en la normativa vigente NTP-E.070, se obtuvieron los siguientes resultados:

5.1. ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

Para este ensayo, se utilizaron diez unidades de ladrillo artesanales, fabricados con arcilla. Fueron elegidas aleatoriamente con la finalidad de sacar una muestra representativa, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla N° 8 RESULTADOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

	PROM
Largo (mm)	211.39
Prom. L	211.39
%L	3.91
Ancho (mm)	119.81
Prom. a	119.81
%a	0.16
altura (mm)	75.86
Prom. h	75.86
%h	5.17

FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- ✓ Variación dimensional máxima permitida para el ladrillo es igual al 20% según norma E-070 Albañilería

5.2. ENSAYO DE SUCCIÓN

Para este ensayo, se utilizaron seis unidades de ladrillo artesanal fabricados con arcilla, teniendo en cuenta el tiempo del ensayo (1 minuto). Así mismo, las unidades a ensayar fueron seleccionadas aleatoriamente.

Se obtuvieron los resultados siguientes:

Tabla N° 9 ÁREA DE CONTACTO DEL LADRILLO CON EL AGUA

AREAS	
MUESTRA	A(Cm2)
M1	251.51
M2	252.22
M3	254.48
M4	251.02
M5	251.45
M6	253.64

FUENTE: Elaboración propia, 2015.

Tabla N° 10 RESULTADOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN

N°	Suc. (gr/Cm ²)
M1	0.172
M2	0.175
M3	0.110
M4	0.174
M5	0.159
M6	0.153
Prom	0.157

FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- ✓ El valor máximo permitido por norma E-070Albañilería, es de 0.45 gr/cm²*min, debemos tener en cuenta que para valores superiores a 0.10 gr/cm²*min el ladrillo debe ser mojado antes de ser asentado.

5.3. ENSAYO DE ABSORCIÓN

Para el este ensayo, se utilizaron cinco unidades de ladrillo artesanal fabricados con arcilla, y se las sumergió en agua por un periodo de tiempo de 24 horas. Así mismo, las unidades a ensayar fueron seleccionadas aleatoriamente.

Se obtuvieron los resultados siguientes:

Tabla N° 11 RESULTADOS DE ENSAYO DE ABSORCIÓN

MUESTRA	% DE ABSORCION
Abs 1	9.434
Abs 2	9.230
Abs 3	12.545
Abs 4	9.370
Abs 5	9.250

PROMEDIO	9.966
----------	-------

FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- ✓ La absorción máxima para aceptar las unidades no será mayor al 22%, según norma E-070 Albañilería.

5.4. ENSAYO DE ALABEO.

Para este ensayo se utilizaron cinco unidades de ladrillo artesanal fabricados con arcilla, se tomaron las medidas de concavidad y convexidad, respectivamente, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla N° 12 RESULTADOS DE ENSAYO DE ALABEO

UNIDAD	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD				
	CARA SUP (mm)		CARA INF (mm)		PROM (mm)	CARA SUP (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROM (mm)
LAD-1	0.00	0.00	0.50	1.00	0.38	–	–	–	–	–
LAD-2	1.30	1.50	–	–	1.40	–	–	0.50	0.50	0.25
LAD-3	1.00	1.40	–	–	1.20	–	–	2.00	1.00	0.75
LAD-4	2.00	12.00	–	–	7.00	–	–	1.00	1.00	0.50
LAD-5	2.00	1.87	–	–	1.94	–	–	0.50	0.50	0.25

PROM (mm)	2.38
-----------	------

PROM (mm)	0.44
-----------	------

FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- ✓ El alabeo obtenido se ajusta al requerimiento de un ladrillo tipo I, II, III, IV por lo que debemos hacer el análisis de la resistencia f'b para su precisa clasificación.

5.5. ENSAYO DE COMPRESIÓN DE UNIDADES DE LADRILLO.

Para este ensayo, se seleccionaron cinco unidades de ladrillo de manera aleatoria, los cuales fueron ensayados a compresión, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla N° 13 RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DE UNIDADES

PILA	Esfuerzo máximo (Kg/cm ²)
LAD-1	67.34
LAD-2	48.85
LAD-3	47.90
LAD-4	87.11
LAD-5	46.75

Esfuerzo promedio (Kg/cm ²)	59.59
Desviación Estándar	17.57
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	42.02

FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- ✓ Este valor obtenido se aproxima al requerido para un ladrillo de tipo I (50kg/cm²)

5.6. ENSAYO COMPRESIÓN DE MORTERO

Para este ensayo, se elaboraron 05 cubos de mortero con una mezcla arena – cemento en proporción 1:4, y curado a 28 días, obteniéndose los resultados siguientes:

Tabla N° 14 RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DE MORTERO

MUESTRA	Esfuerzo máximo (Kg/cm ²)
MOR-1	312.64
MOR-2	204.24
MOR-3	297.60
MOR-4	294.97
MOR-5	303.97

Esfuerzo promedio (Kg/cm ²)	282.68
Desviación Estándar	44.38
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	238.30

FUENTE: Elaboración propia, 2015.

- ✓ El valor obtenido de resistencia a la compresión del mortero sobrepasa ampliamente el mínimo requerido que es de 175 kg/cm²

5.7. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL $f'm$ DE PILAS EXPUESTAS AL AGUA.

5.7.1. CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL ($f'm$) DE PILAS DE ALBAÑILERÍA EXPUESTAS AL AGUA POR CERO DÍAS

Para el cálculo de resistencia a la compresión axial de pilas expuestas al agua por cero días, se ensayaron quince pilas de albañilería previamente curadas según norma E-070 Albañilería, para luego ensayarlas a compresión axial y calcular su esfuerzo máximo, promedio del mismo y desviación estándar.

La resistencia a la compresión axial se calculó como el promedio de los esfuerzos máximos menos la desviación estándar.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla N° 15 RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS EXPUESTAS AL AGUA POR CERO DÍAS

PILA	Esfuerzo máximo (Kg/cm²)
M1-0DI	29.97
M2-0DI	41.58
M3-0DI	29.93
M4-0DI	46.47
M5-0DI	32.77
M6-0DI	31.84
M7-0DI	37.37
M8-0DI	37.68
M9-0DI	36.62
M10-0DI	37.99
M11-0DI	30.86
M12-0DI	39.44
M13-0DI	23.04
M14-0DI	31.07
M15-0DI	38.87

Esfuerzo promedio (Kg/cm²)	35.03
Desviación estándar	5.83

<i>resistencia a la compresión axial</i> <i>f'm (Kg/cm²)</i>	29.21
--	-------

FUENTE: Elaboración propia, 2015.

Los cálculos a detalle son presentados en formatos anexos N°3 M1-0DI al M15-0DI

5.7.2. CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL ($f'm$) DE PILAS DE ALBAÑILERÍA EXPUESTAS AL AGUA POR CINCO DÍAS

Para el cálculo de resistencia a la compresión axial de pilas expuestas al agua por cinco días, se ensayaron quince pilas de albañilería previamente curadas según norma, y luego expuestas en agua por un periodo de cinco días, para luego ensayarlas a compresión axial y calcular su esfuerzo máximo, promedio del mismo y desviación estándar.

La resistencia a la compresión axial, se calculó como el promedio de los esfuerzos máximos menos la desviación estándar.

Tabla N° 16 RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS EXPUESTAS AL AGUA POR CINCO DÍAS

PILA	Esfuerzo máximo (Kg/cm ²)
M1-5DI	39.00
M2-5DI	46.97
M3-5DI	48.83
M4-5DI	45.95
M5-5DI	42.17
M6-5DI	41.01
M7-5DI	41.87
M8-5DI	36.70
M9-5DI	27.53
M10-5DI	34.95
M11-5DI	43.56
M12-5DI	56.13
M13-5DI	41.97
M14-5DI	32.43
M15-5DI	36.90

Esfuerzo promedio (Kg/cm²)	41.06
Desviación estándar	7.03

<i>resistencia a la compresión axial $f'm$ (Kg/cm²)</i>	34.04
--	-------

FUENTE: Elaboración propia, 2015.

Los cálculos a detalle son presentados en formatos anexos N°4 M1-5DI al M15-5DI

5.7.3. CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL ($f'm$) DE PILAS DE ALBAÑILERÍA EXPUESTAS AL AGUA POR DIEZ DÍAS

Para el cálculo de resistencia a la compresión axial de pilas expuestas al agua por diez días, se ensayaron quince pilas de albañilería previamente curadas según norma; y, luego, expuestas en agua por un periodo de diez días, para luego ensayarlas a compresión axial y calcular su esfuerzo máximo, el promedio del mismo y desviación estándar.

La resistencia a la compresión axial se calculó como el promedio de los esfuerzos máximos menos la desviación estándar.

Tabla N° 17 RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS EXPUESTAS AL AGUA POR DIEZ DÍAS

PILA	Esfuerzo máximo (Kg/cm ²)
M1-10DI	44.33
M2-10DI	39.68
M3-10DI	44.58
M4-10DI	27.22
M5-10DI	37.61
M6-10DI	23.81
M7-10DI	31.15
M8-10DI	35.73
M9-10DI	30.85
M10-10DI	29.78
M11-10DI	40.45
M12-10DI	29.06
M13-10DI	36.53
M14-10DI	27.66
M15-10DI	30.65
Esfuerzo promedio (Kg/cm²)	33.94
Desviación estándar	6.42
<i>resistencia a la compresión axial $f'm$ (Kg/cm²)</i>	27.52

FUENTE: Elaboración propia, 2015.

Los cálculos a detalle son presentados en formatos anexos N°5 M1-10DI al M15-10DI

5.7.4. CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL ($f'm$) DE PILAS DE ALBAÑILERÍA EXPUESTAS AL AGUA POR QUINCE DÍAS

Para el cálculo de resistencia a la compresión axial de pilas expuestas al agua por quince días, se ensayaron quince pilas de albañilería previamente curadas según norma, y luego expuestas en agua por un periodo de quince días, para luego ensayarlas a compresión axial y calcular su esfuerzo máximo, el promedio del mismo y desviación estándar.

La resistencia a la compresión axial se calculó como el promedio de los esfuerzos máximos menos la desviación estándar.

Tabla N° 18 RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS EXPUESTAS AL AGUA POR QUINCE DÍAS

PILA	Esfuerzo máximo (Kg/cm ²)
M1-15DI	30.00
M2-15DI	32.80
M3-15DI	37.16
M4-15DI	44.83
M5-15DI	24.15
M6-15DI	29.59
M7-15DI	34.33
M8-15DI	29.32
M9-15DI	45.79
M10-15DI	2.81
M11-15DI	25.38
M12-15DI	36.41
M13-15DI	26.53
M14-15DI	31.28
M15-15DI	25.42

Esfuerzo promedio (Kg/cm²)	32.39
Desviación estándar	6.56

<i>resistencia a la compresión axial $f'm$ (Kg/cm²)</i>	25.83
--	-------

FUENTE: Elaboración propia, 2015.

Los cálculos a detalle son presentados en formatos anexos N°6 M1-10DI al M15-10DI

5.8. COMPARACIÓN DE RESULTADOS PARA CADA PERIODO DE EXPOSICIÓN

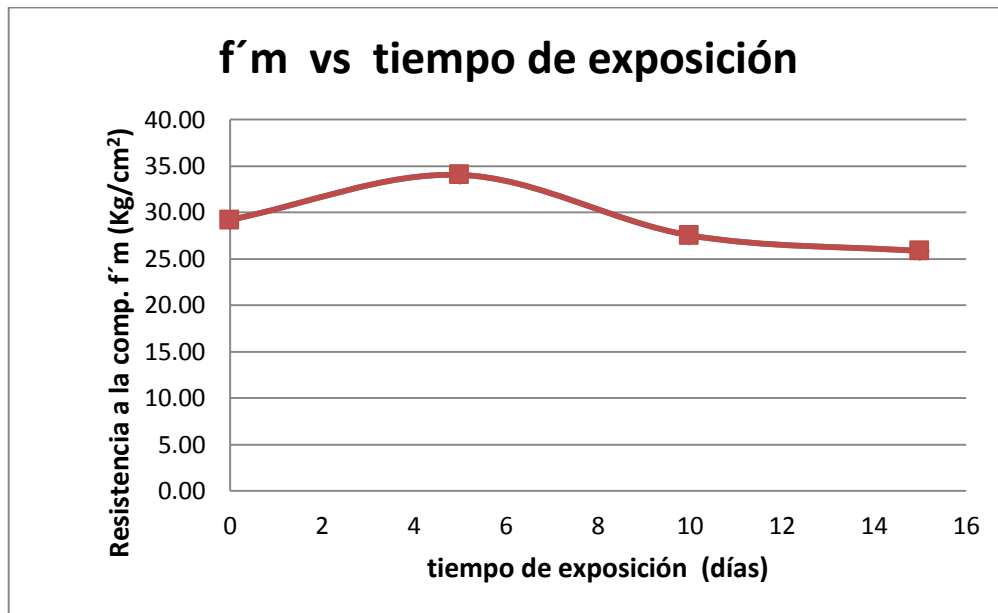
Tabla N° 19 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA CADA PERIODO DE EXPOSICIÓN

ENSAYO	Días de exposición	resistencia a la compresión axial $f'm$ (Kg/cm ²)	Porcentaje (%)
RR-0DI	0	29.21	100.00
RR-5DI	5	34.04	116.55
RR-10DI	10	27.52	94.24
RR-15DI	15	25.83	88.45

Diferencia a quince días (%)	11.55
-------------------------------------	-------

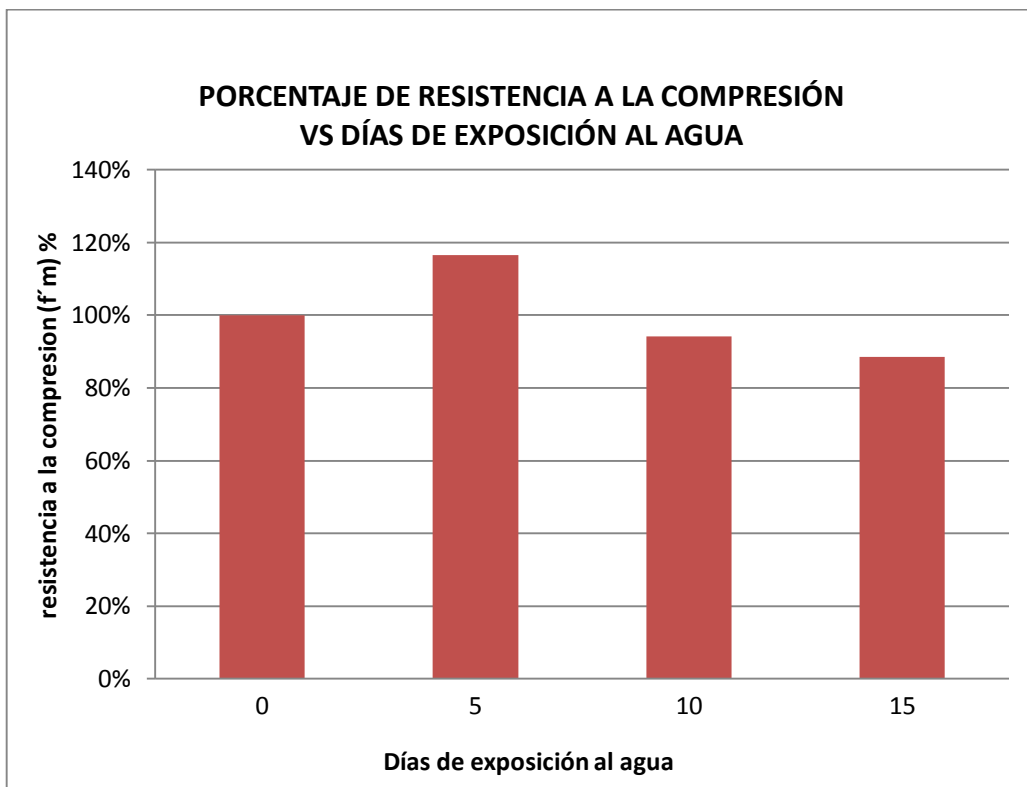
FUENTE: Elaboración propia, 2015.

Gráfico N° 3 CURVA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN vs PERIODO DE EXPOSICIÓN AL AGUA



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

Gráfico N° 4 PORCENTAJE DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN VS DÍAS DE EXPOSICIÓN AL AGUA



FUENTE: Elaboración propia, 2015.

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Luego de realizado el procesamiento de datos y el análisis respectivo, se procede a realizar la discusión de los resultados obtenidos en la investigación:

6.1. Ensayo de variación dimensional:

Para este ensayo se utilizaron un total de diez ladrillos a los cuales se procedió a medir cada uno de sus lados (a, b, h), encontrándose la mayor variación en la dimensión h correspondiente a la altura del ladrillo, con un valor de 5.17% ; mientras que los valores correspondientes al ancho y largo del ladrillo, arrojaron porcentajes de 0.16% y 3.91% respectivamente, lo que indica que estos ladrillos pueden ser utilizados como portantes, ya que no exceden el 20% de variación, especificado en norma E-070 Albañilería para la aceptación de las unidades. Al mismo tiempo, nos da la indicación de que podemos utilizar una junta de 1 cm.

6.2. Ensayo de succión

Se utilizaron un total de seis ladrillos, teniendo como resultado una succión promedio de 0.157 gr/cm². A través de este valor, se determinó que el ladrillo utilizado debería ser mojado antes de ser asentado tal como lo indica la norma E-070 Albañilería, en donde se especifica que si el valor de succión es mayor a 0.15 gr/cm², las unidades deberán ser mojadas. Esto con la finalidad de no quitar el agua del mortero.

6.3. Ensayo de absorción

En este ensayo se utilizaron un total de cinco ladrillos y se obtuvo una succión promedio de 9.96%. Este valor se encuentra dentro de los parámetros que establece la norma E-070 Albañilería, donde indica que la absorción para ladrillos de arcilla deberá ser menor a 20%, por lo que se acepta las unidades de ladrillo.

6.4. Ensayo de alabeo

Los valores obtenidos para la concavidad (2.38mm) y para convexidad (0.44mm) se encuentran dentro del margen de lo requerido, según norma E-070 Albañilería para ladrillos desde el tipo I hasta al IV, donde se indica valores de alabeo de hasta 10 mm, por lo que la clasificación del ladrillo dependerá de la resistencia a la compresión de unidades f' b

6.5. Ensayo de unidades de ladrillo

De los ensayos de cinco ladrillos se obtuvo que el valor de $f'b$ es de 42.02 kg/cm^2 , valor que no está dentro de lo especificado por norma (50 kg/cm^2). Esto puede deberse a la falta de control de calidad en la fábrica, ya que como se ha mencionado, ésta es una fábrica artesanal. Por lo que se clasificara este tipo de ladrillo como LADRILLO TIPO I.

Cabe indicar que esta clasificación es muy común en las fábricas artesanales de Cajamarca; sin embargo, la población construye sus viviendas con estos materiales, ya que no se cuenta con un criterio técnico ni un control en las construcciones de esta ciudad.

6.6. Ensayos de compresión de pilas expuestas al agua por cero días

Para el presente ensayo se utilizaron quince pilas de albañilería elaboradas con ladrillo artesanal, curadas por un periodo de 28 días, tal como se especifica en la norma E-070 Albañilería. Del procesamiento de los datos, se determinó que la resistencia a la compresión $f'm$, para un periodo de curado de 28 días y un periodo de exposición al agua de cero días, es de 29.21 kg/cm^2 , tal como se especifica en la tabla N°15. Este valor es menor al indicado en la tabla N°6 donde se indica que el valor $f'm$ para ladrillos de arcilla debe ser de 35 kg/cm^2 .

Esta diferencia puede deberse en gran medida a la fabricación artesanal del ladrillo en Cajamarca, ya que como se sabe no se cuenta con ningún sistema de control de calidad en las canteras y hornos donde se fabrican los ladrillos; sin embargo, es con estos ladrillos que se construye la gran mayoría de viviendas en la ciudad.

6.7. Ensayos de compresión de pilas expuestas al agua por cinco días

Se utilizaron quince pilas de albañilería elaboradas con ladrillo artesanal curadas por un periodo de 28 días, tal como se especifica en la norma E-070, y expuestas al agua por 5 días. Del procesamiento de los datos se determinó que la resistencia a la compresión $f'm$, para un periodo de curado de 28 días y un periodo de exposición al agua de cinco días, es de 34.04 kg/cm^2 , tal como se especifica en la tabla N°16. En este caso, se observa un incremento de la resistencia respecto al valor obtenido a 28 días de curado y cero días de exposición al agua, llegando a bordear el valor requerido de 35 kg/cm^2 . Esto se debe en gran medida al mayor tiempo de exposición al agua, ya que en este periodo el mortero utilizado para unir los ladrillos sigue en proceso de curado y, por ende, aumenta su resistencia; sin embargo, el ladrillo comienza a tomar una textura ligeramente más suave.

6.8. Ensayos de compresión de pilas expuestas al agua por a diez días

Análogamente a los ensayos anteriores, se utilizaron quince pilas de albañilería elaboradas con ladrillo artesanal, curadas por un periodo de 28 días, tal como se especifica en la norma E-070, y expuestas al agua por 10 días. Del procesamiento de los datos, se determinó que la resistencia a la compresión $f'm$, para un periodo de curado de 28 días y un periodo de exposición al agua de diez días, es de 27.52 kg/cm^2 , tal como se especifica en la tabla N°17. En este caso se puede observar que la resistencia ha bajado abruptamente de un valor máximo de 34.04 kg/cm^2 que se obtuvo a un periodo de exposición al agua de cinco días hasta el valor mostrado, haciendo una diferencia de 6.52 kg/cm^2 en cinco días.

Esto se debe al largo periodo de exposición al agua, ya que si bien es cierto el mortero sigue ganando resistencia, es el ladrillo el que ahora la pierde. Se observa una consistencia mucho más blanda del mismo y es en este donde se produce la falla, tal como se puede observar en el anexo Foto N°23.

6.9. Ensayos de compresión de pilas expuestas al agua por quince días

Este fue el último grupo de ensayos y, al igual que en los ensayos anteriores, se utilizaron quince pilas de albañilería elaboradas con ladrillo artesanal, curadas por un periodo de 28 días, tal como se especifica en la norma E-070. Del procesamiento de los datos, se determinó que la resistencia a la compresión $f'm$, para un periodo de curado de 28 días y un periodo de exposición al agua de quince días, es de 25.83 kg/cm^2 , tal como se especifica en la tabla N°18.

En este ensayo se obtuvo el menor valor de resistencia a la compresión; y se verificó que a mayor tiempo de exposición al agua, el valor de resistencia $f'm$ continúa decreciendo, debido a que el ladrillo pierde consistencia, ya que sus partículas pierden cohesión interna debido a la absorción de agua.

6.10. Comparación de resistencia

Terminado el análisis individual de pilas expuestas a cero, cinco, diez, y quince días de exposición, respectivamente, podemos darnos cuenta que en los primeros días de exposición al agua, las pilas de albañilería ganan resistencia; sin embargo, al aumentar el periodo de exposición, la resistencia cae abruptamente tal como lo muestra el gráfico N°3 y número N°4.

Haciendo la comparación respectiva entre las pilas expuestas a cero días y las pilas expuestas a quince días podemos obtener que la diferencia es de un 11.55% y de un

28.1% respecto del mayor valor que se obtuvo a cinco días de exposición al agua. Tal como se muestra en la tabla N°19

Por último, se pudo verificar que los ladrillos artesanales de Quiriayquero – Cerrillo, curados por 28 días no alcanzan la resistencia requerida para pilas de albañilería , fabricadas con ladrillos artesanal indicada en la tabla N° 6, en donde se especifica que debería alcanzar 35 Kg/cm², pues, a 28 días de curado solo alcanzan un 21.29 Kg/cm² . La resistencia requerida se alcanza recién a los 33 días de curado, aproximadamente. Tal como se muestra en la tabla N° 16. Esto se debe en gran medida a la fabricación artesanal de los ladrillos, que no cuentan con un control de calidad adecuado en su fabricación.

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

1. De la diferencia de porcentajes mostrada en la tabla N° 19, podemos concluir que la hipótesis no se cumple ya que las pilas de albañilería expuestas al agua en un periodo de hasta 15 días pierden un 11.55% de su resistencia, y no un 30% como se planteó en la hipótesis.
2. Los ladrillos de la fábrica artesanal, ubicada en Quiriayquero pueden ser clasificados como LADRILLO TIPO I.
3. La resistencia a la compresión $f'm$ de las pilas expuestas al agua por cero, cinco, diez, y quince días es de 29.21 kg/cm², 34.04 kg/cm², 27.52 kg/cm², 25.83 kg/cm², respectivamente.
4. Se observa que la resistencia a la compresión $f'm$ aumenta en los primeros cinco días de exposición al agua, sin embargo a mayor tiempo de exposición esta disminuye abruptamente.
5. Se puede concluir que a mayor tiempo de exposición al agua, se obtendrá menor resistencia a la compresión $f'm$; y que esta decrece progresivamente al estar continuamente expuesta al agua.
6. Se puede concluir también que las construcciones hechas con sistema de albañilería, pueden responder adecuadamente ante una inundación en los primeros días; sin embargo, pueden presentar problemas y fallas de resistencia al pasar el tiempo, cuya gravedad estará relacionada con el nivel de agua. Por ello, una vivienda expuesta al agua por mucho tiempo debe ser evaluada con la finalidad de garantizar su habitabilidad y evitar posibles accidentes.

CAPÍTULO 8. RECOMENDACIONES

- ✓ Se debe tener en cuenta para estudios futuros que existe falta de control de calidad en las fábricas de ladrillo artesanal de Cajamarca. Por ello, se debe realizar una adecuada selección de las unidades con las que se quiere trabajar.
- ✓ Se debe investigar en formas adecuadas de impermeabilización de muros de albañilería, a fin de evitar daños como consecuencia de la humedad.
- ✓ Por último, se recomienda ampliar el tiempo de estudio de la presente investigación, a fin de verificar el comportamiento de la albañilería en condiciones de exposición prolongada al agua. Así mismo, se recomienda realizar el estudio bajo las mismas condiciones, haciendo variar el ladrillo por uno de fabricación industrial.

REFERENCIAS

1. Arellano, J. (2012) *La creciente del amazonas y las inundaciones en loreto*. Recuperado de <http://arellanojuan.com/la-creciente-del-amazonas-y-las-inundaciones-en-loreto/>:http://arellanojuan.com/la-creciente-del-amazonas-y-las-inundaciones-en-loreto.
2. Aguirre, Dionisia. (2004) *Evaluación de las Características Estructurales de la Albañilería Producida con Unidades Fabricadas en la Región Central Junín*. Trabajo de graduación Ing. Civil: Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
3. Bartolomé, A. (2005). *comentarios a la norma tecnica de edificaciones e.070 albañileria*: Sencico.
 - a. Lima Perú.
4. BBC.MUNDO. *inundaciones en america latina* Recuperado de [//lluvias_en_peru_caos_cch](http://www.bbc.com/mundo/ultimas_noticias/2013/05/130528_ultnot_chile_santiago_o_fotografias).
5. Cabezas, F. (2011). *Estimacion analitica de la resistencia al corte de muros de albañileria confinado mediante el modelo Crisafulli*. Santiago de Chile.
6. Castro, m. (2001). *efecto de cinco variables sobre la resistencia de la albañileria*: PUCP. Lima - Perú.
7. El Comercio, D (2014). *Fuertes lluvias e inundaciones en cajamarca* Recuperado de <http://www.elcomercio.pe/peru/cajamarca/lluvia-1784595>.
8. Fuentes, R. (2013). *Albañileria. LIMA PERÚ*
9. Galgani, A., & Gonzales, I. (1993). Tesis - estudio de la coneccion columna albañileria en muros confinados: FACI-PUCP LIMA
10. Haro, I. (2013). *Tecnología de materiales*: Universidad nacional del santa - facultad de ingenieria civil.
11. INDECI. (2006). *Plan regional de prevención y atencion de desastres*: Gobierno Regional De Cajamarca. Cajamarca.
12. INEI. (2007). *Censo nacional de poblacion y vivienda 1993 - 2007*. LIMA PERÚ.
13. Mata, J.(2014) *Independent Consultant Climatic Change Water*. Recuperado de <http://www.climatechangewater.com/nuevo-inundaciones-en-bolivia/>.
14. Morales Galoc, M. (2012). Ladrillos: USAT LIMA – PERÚ.
15. National Geographic. (2015). *National Geographic fotos de inundaciones en latinoamerica* . Recuperado de <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/desastres-naturales/floods-profile>.

16. NORMA E-070. (2007). *Norma Técnica Peruana De Construccion E-070 Albañilería*. LIMA
17. Pari, P.(2008). *Comparacion del comportamiento a carga lateral ciclica de un muro confinado con ladrillos de concreto y otro con ladrillos d arcilla*:PUCP. LIMA – PERÚ.
18. Predecán, C. (2008). *Análisis de base de datos de pérdidas por desastres en Perú*: corporacion OSSO.Cali. Colombia.
19. RPP. (2013). *RPP noticias cajamarca. inundacion en mpc*. Recuperado de http://www.rpp.com.pe/noticias-cajamarca-region__PECAJ.html.
20. San Bartolome, A. (1994). *Construcciones de Albañilería – Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural. Primera Edición*. LIMA - PERU.
21. SANTA MONICA RADIO. (2013). *Santamonica noticias – Inundacion de colegio Anaximandro Vega, Lajas*. Recuperado de: <http://www.radiosantamonica.org/>.
22. SENAMHI. (2007). *Senamhi cajamarca*. Recuperado de http://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/_dat_esta_tipo.php?estaciones=000304
23. SENAMHI. (2014). *Senamhi cajamarca*. Recuperado de <http://cajamarca.senamhi.gob.pe/>
24. Mosqueira, Jorge & Díaz Ramos, Marina (1984) *Ensayo de Albañilería Utilizando Ladrillo de Arcilla Cocida*. Trabajo de graduación Ing. Civil: Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca.

CAPÍTULO 9. ANEXOS

Anexo N° 1 PANEL FOTOGRAFICO

Foto N° 15 Verificación del trabajo realizado por parte del Director de Carrera Dr.Ing. Orlando Aguilar Aliaga



Foto N° 16 Verificación del trabajo realizado por parte del asesor de tesis Dr.Ing. Miguel Angel Mosqueira



Foto N° 17 Elaboración de pilas de albañilería



Foto N° 18 Elaboración de Mezcla de mortero



Foto N° 19 Almacenamiento y curado de pilas



Foto N° 20 Ensayo a cero días de exposición al agua



Foto N° 21 verificación de ensayo por el asesor de tesis



Foto N° 22 Exposición de pilas en agua



Foto N° 23 Falla del ladrillo



Foto N° 24 Ensayos de succion



Foto N° 25 pesaje de ladrillo ensayado a absorción



Foto N° 26 Retiro de ladrillos del horno



Foto N° 27 pesaje de ladrillos ensayados a succión



Foto N° 28 Medidas de las dimensiones del ladrillo



Anexo N° 2

FORMATO DE RESUMEN GENERAL DE ENSAYOS DE COMPRESION

Anexo N° 3

FORMATOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS
COMPRESION AXIAL DE PILAS EXPUESTAS EN AGUA POR
CERO DÍAS (M1-0DI al M15-0D)

Anexo N° 4

FORMATOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS
COMPRESION AXIAL DE PILAS EXPUESTAS EN AGUA POR
CINCO DÍAS (M1-5DI al M15-5D)

Anexo N° 5

FORMATOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS
COMPRESION AXIAL DE PILAS EXPUESTAS EN AGUA POR
DIEZ DÍAS (M1-10DI al M15-10D)

Anexo N° 6

FORMATOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS
COMPRESION AXIAL DE PILAS EXPUESTAS EN AGUA POR
QUINCE DÍAS (M1-15DI al M15-15D)

Anexo N° 7

ENSAYOS DE VARIACION DIMENCIONAL SUCCION Y ABSORCION

Anexo N° 8

ENSAYOS DE ALABEO

Anexo N° 9

COMPRESION DE MORTERO

Anexo N° 10

COMPRESION DE UNIDADES DE LADRILLO