

U  
A  
P

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

“VARIABILIDAD DE RESISTENCIA A LA  
COMPRESION AXIAL DE PILAS DE LADRILLOS  
CON DOSIFICACIÓN DEL MORTERO EN LAS  
LADRILLERAS DEL DISTRITO DE SAN  
JERÓNIMO-CUSCO EN EL AÑO 2016”

Presentado por:

**BR. LUZ ALINA ALTAMIRANO QUINTANILLA.**

Para optar al Título profesional de Ingeniero Civil.

ASESOR: ING. YHOBED GOHOMER SUMA TAIRO

**CUSCO, JULIO DEL 2016**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Juan Luís Altamirano Aldazábal e Hilda Quintanilla Álvarez por su apoyo incondicional, consejos, comprensión y amor.

A mis queridos hermanos Henry Altamirano Quintanilla, Gumercindo Altamirano Huamán, María Elena Altamirano Aspur, a mis queridos sobrinos Liseth Daniela Altamirano Flores, Jorge Luis Altamirano Flores, Edison Altamirano Vigoria, Nairuth Achahui Altamirano y a mi querida Tía Edelmira Quintanilla Álvarez.

Y a toda mi querida familia.

Luz Alina Altamirano Quintanilla.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente quiero agradecer a la Universidad Alas Peruanas, Escuela Profesional de Ingeniería Civil que son el alma máter de mi formación.

A la Universidad San Antonio Abad del Cusco por permitirme usar el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales y su biblioteca especializada.

Con profundo agradecimiento a mi asesor Ing. Yhobed Gohomer Suma Tairo, quién me oriento en la realización del presente trabajo de investigación.

Especial reconocimiento merecen, por el interés mostrado y las sugerencias que me brindaron el Jurado Dictaminador, integrados por los ingenieros Ing. Juan Vladimiro Loayza Aguirre y el Mg. Ing. Eigner Román Villegas.

Al Mg. Ing. Eigner Román Villegas, por la idea del tema de Tesis.

También cabe agradecer a todos los Docentes en general de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por sus sabias enseñanzas de apoyo moral y entusiasmo en las enseñanzas que infundieron en mí.

Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, perseverancia, paciencia, ánimo y aliento recibidos de mi familia, y las personas que incansablemente me apoyaron.

A todos ellos, muchas gracias.

## **RECONOCIMIENTO**

A la Universidad Alas Peruanas, por haberme formado como ingeniero Civil.

Al Ing. Yhobed Gohomer Suma Tairo, por orientarme en la realización del presente trabajo de investigación.

A la ing. Liliana del Castillo Paredes, directora de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por su apoyo incondicional.

A mis docentes de la Universidad Alas Peruanas, por sus sabias enseñanzas y apoyo moral.

## **PRESENTACIÓN**

La presente investigación, abarca el estudio integral del tema de investigación **“VARIABILIDAD DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE LADRILLOS CON DOSIFICACIÓN DEL MORTERO EN LAS LADRILLERAS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO EN EL AÑO 2016”**; cuyo objetivo principal fue determinar en qué medida influye la variabilidad del espesor de la junta de albañilería con ladrillos King Kong 18 huecos y la variabilidad de la dosificación del mortero, en la resistencia a la compresión axial probadas en pilas de albañilería con ladrillos King Kong 18 huecos de las ladrilleras de San Jerónimo-Cusco.

La elaboración de la presente investigación fue posible gracias a la colaboración de las empresas: **“LATESA”** y **“LA VILLA”**, quienes me brindaron el apoyo necesario para la culminación de la tesis. Así mismo expreso mi reconocimiento al Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, quien me brindó todas las facilidades en el uso de sus instalaciones.

Finalmente expreso mi gratitud y cariño a la escuela profesional de Ingeniería Civil, la cual me albergó por varios años y en el cual adquirí un desarrollo personal y profesional invaluable. Así como a todos los docentes quienes tuvieron la labor de brindarme una formación integral en la campo de la Ingeniería Civil.

Cusco, Julio del 2016.

## **RESUMEN**

La presente Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil, tuvo como problema de investigación:

¿En qué medida influye la variabilidad del espesor de la junta de albañilería con ladrillos King Kong 18 huecos y probados en pilas de albañilería con ladrillos King Kong 18 huecos de las ladrilleras de San Jerónimo-Cusco?, y como Hipótesis General:

“La variabilidad del espesor de junta de albañilería y la variación de dosificación en el mortero influiría en la resistencia a la compresión axial probadas en pilas construidas con ladrillos King Kong 18 huecos de las ladrilleras de San Jerónimo-Cusco”.

La prueba permitió obtener los siguientes datos, en el caso de la ladrillera “La Villa”, se obtuvo una resistencia a la compresión de 55.47 kg/cm<sup>2</sup> y en el caso de la ladrillera “Latesa”, una resistencia a la compresión de 55.70 kg/cm<sup>2</sup>, la misma aplicada en laboratorio, y con ella la presente hipótesis fue comprobar que a través del Modelo Estadístico Utilizado, generando la **Conclusión General**, como resultado de la contrastación de la hipótesis general mediante el siguiente enunciado:

Que en la **LADRILLERA "LA VILLA"** se ha probado que la mejor dimensión de junta es 1.35 cm, ya que en la rotura de pilas y el cálculo estadístico, lo demuestran, dando un valor pico de la resistencia a la compresión de 55.47 kg/cm<sup>2</sup>, en la junta antes mencionada. Y la dosificación ideal de mortero es 1:4 (cemento y arena gruesa) ya que en la rotura de pilas, la pila con la dosificación mencionada alcanza el mayor valor que es 55.47kg/cm<sup>2</sup>", y que en la **LADRILLERA "LATESA"** se ha probado que la mejor dimensión de junta es 1.6 cm, ya que en la rotura de pilas y el cálculo estadístico, lo demuestran, dando un valor pico de la resistencia a la compresión de 55.70 kg/cm<sup>2</sup>, en la junta antes mencionada. Y la dosificación ideal de mortero es 1:4 (cemento y arena gruesa) ya que en la rotura de pilas, la pila con la dosificación mencionada alcanza el mayor valor que es 55.70kg/cm<sup>2</sup>".

## **SUMARY**

This thesis for the degree of Civil Engineer was to research problem:

To what extent influences the variability of the thickness of the seal of King Kong brick masonry with 18 holes and tested in piles masonry brick King Kong 18 holes of the brickyards of San Jerónimo-Cusco ?, and as General Hypothesis:

"The board thickness variability masonry and variation of dosage in the mortar influence the resistance to axial compression tested built with bricks King Kong 18 holes of the brickyards of San Jeronimo-Cusco batteries".

The test yielded the following data, in the case of the brick "**LA VILLA**" a compressive strength of 55.47 kg / cm<sup>2</sup> and in the case of the brick "**LATESA**" a compressive strength of 55.70 kg was obtained / cm<sup>2</sup>, the same applied in the laboratory, and with it this hypothesis was to verify that through the Statistical Model Used, creating the General Conclusion, as a result of the testing of general hypotheses by the following statement:

That the **LADRILLERA "LA VILLA"** has proven that the best dimension board is 1.35 cm, as breakage of batteries and statistical calculation, show, giving a peak value of compressive strength of 55.47 kg / cm<sup>2</sup>, in the aforementioned board. And the ideal dosage of mortar is 1: 4 (cement and gravel) as breakage of batteries, the battery with the aforementioned dosage reaches the highest value is 55.47kg / cm<sup>2</sup> "and that in the **LADRILLERA "LATESA"** it has been proven that the best dimension seal is 1.6 cm as the breaking of batteries and statistical calculation, is shown, giving a peak value of compressive strength of 55.70 kg / cm<sup>2</sup>, in the aforementioned board. And the ideal dosage mortar is 1: 4 (cement and gravel) as breakage of batteries, the battery with the aforementioned dosage reaches the highest value is 55.70kg / cm<sup>2</sup> ".

## **INTRODUCCIÓN**

La presente tesis de investigación titulada **“VARIABILIDAD DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE LADRILLOS CON DOSIFICACIÓN DEL MORTERO EN LAS LADRILLERAS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO EN EL AÑO 2016”**, tiene como finalidad demostrar que el uso de los diferentes espesores de junta, según mortero y dosificación varía en la resistencia a compresión axial de pilas de ladrillo.

Las conceptualizaciones, planteamientos, criterios operativos, cuadros, gráficas, que se desarrollen en los capítulos, están orientadas a simplificar, hacer más comprensibles y operativas las partes metodológicas referidas al tratamiento del problema, al planteamiento y contrastación de las hipótesis y de predicciones en tanto que estas últimas son producto de experimentos y explicaciones de Laboratorio que en esta tesis se tratan.

Este trabajo de investigación consta de tres capítulos, los cuales han sido elaborados siguiendo los pasos que recomienda la UAP.

**EL CAPÍTULO I** trata sobre el planteamiento metodológico en el cual se desarrollan la descripción de la realidad problemática, delimitación de la investigación, problemas de investigación, objetivos de la investigación, hipótesis de la investigación, diseño de la investigación, población, muestra, técnicas, instrumentos, justificación e importancia de la investigación.

**EL CAPÍTULO II** trata sobre el marco teórico, en el cual se desarrollan los antecedentes de la investigación en el mundo y en el Perú, las bases teóricas como albañilería estructural, morteros, aparejos, mezclas de morteros, clases de cementos, entre otros y por último definición de términos básicos.

**EL CAPÍTULO III** desarrolla la parte de ensayos de laboratorio, en los cuales se describe en forma detallada la realización de los diferentes ensayos realizados con los ladrillos y con las pilas de dos diferentes ladrilleras, se trabajó con 4 dimensiones de juntas y 4 dosificaciones distintas de mortero y además la arena se obtuvo de 2 diferentes canteras. Los ensayos que se realizaron fueron: Ensayo de variabilidad dimensional, succión, absorción, resistencia a la compresión de unidades de ladrillos y resistencia a la compresión de pilas de ladrillos; también se trata sobre los resultados obtenidos en la investigación que comprende la recolección de datos en laboratorio, análisis e interpretación de resultados haciendo uso de técnicas estadísticas, cuadros, gráficos ilustrativos; evaluación de los resultados; análisis y diseño de mezclas de los morteros; especificaciones técnicas así como las ventajas y desventajas del empleo de la junta ideal y del mortero ideal. Por último, finaliza este capítulo con la exposición de las conclusiones obtenidas en la investigación, y las recomendaciones sugeridas para la aplicación de esta investigación en la albañilería.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	1
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	2
<b>RECONOCIMIENTO</b> .....	3
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	4
<b>RESUMEN</b> .....	5
<b>SUMARY</b> 7	
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	8
<b>CAPÍTULO I:</b> .....	15
<b>PLANEAMIENTO METODOLÓGICO</b> .....	15
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	15
1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.3 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN .....	17
1.3.1 PROBLEMA PRINCIPAL .....	17
1.3.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS .....	17
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	18
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL .....	19
1.5.2 HIPÓTESIS SECUNDARIAS.....	19
1.5.3 IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE VARIABLES E .....	20
<b>INDICADORES</b> .....	20
1.6 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	21
1.6.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	21
1.6.3 MÉTODO .....	22
1.7 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
1.8 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS 22	
1.8.1 TÉCNICAS DE TRATAMIENTO DE LOS DATOS.....	23

1.8.2	INSTRUMENTOS .....	23
1.9	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
1.9.1	JUSTIFICACIÓN. ....	24
1.9.2	IMPORTANCIA.....	25
1.9.3	LIMITACIONES. ....	26
<b>CAPÍTULO II:</b> .....		28
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....		28
2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN. ....	28
2.2	BASES TEÓRICAS.....	31
2.2.1	LA ALBAÑILERÍA O MAMPOSTERÍA.....	31
2.2.2	TIPOS DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA.....	35
2.2.2.1	UNIDADES DE ARCILLA .....	35
2.2.2.2	UNIDADES DE CONCRETO .....	37
2.2.2.3	UNIDADES SÍLICO-CALCÁREAS .....	38
2.2.3	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.....	39
2.2.3.1	LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN.....	42
2.2.3.2	TRATAMIENTO DE LOS LADRILLOS ANTES DEL ASENTADO. ....	43
2.2.3.3	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS.....	44
2.2.3.4	ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA. ....	47
2.3	EL MORTERO .....	49
2.3.1	CLASIFICACIÓN POR LA PREPARACIÓN DEL MORTERO.....	52
2.3.2	TIPOS DE MORTERO.....	53
2.3.3	PROPIEDADES DEL MORTERO .....	54
2.3.4	COMPONENTES DEL MORTERO.....	56
2.3.4.1	EL CEMENTO.....	56
2.3.4.2	EL AGREGADO .....	65
2.3.4.3	EL AGUA.....	70
2.4	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	71
2.5	PRUEBAS .....	77
2.5.1	MUESTREO .....	77
2.5.2	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....	77

2.5.3	VARIACIÓN DIMENSIONAL .....	78
2.5.4	ALABEO .....	82
2.5.5	ABSORCIÓN.....	83
2.5.6	SUCCIÓN .....	83
<b>CAPÍTULO III:</b> .....		85
<b>PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....		86
3.1	UNIDAD DE ALBAÑILERIA .....	86
3.1.1	CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA .....	87
3.1.2	PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: .....	89
3.1.4	CLASIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA .....	92
3.2	ENSAYOS .....	95
3.2.1	VARIACIÓN DIMENSIONAL .....	95
3.2.2	ALABEO .....	97
3.2.3	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....	101
3.2.4	PORCENTAJE DE VACIOS .....	104
3.2.5	ABSORCIÓN.....	105
3.2.6	SUCCIÓN: .....	106
3.3	ENSAYO DE PILAS A COMPRESIÓN AXIAL .....	108
3.3.1	MORTERO.....	117
3.3.2	CEMENTO .....	118
3.3.3	ARENA.....	119
3.3.4	BASE DE MORTERO DE YESO (CAPIN): .....	121
3.4	CONSTRUCCIÓN DE LAS PILAS .....	124
3.4.1	RIEGO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.....	124
3.4.2	ASENTADO DE UNIDADES: .....	125
3.4.3	ALMACENADO DE LOS PRISMAS. ....	126
3.5	PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE COMPRESION AXIAL .....	126
3.5.1	TRANSPORTE DE LAS PILAS .....	126
3.5.2	TOMA DE MEDIDAS PARA EL ENSAYO .....	126
3.5.3	CAPEADO DE LAS PILAS .....	128
3.5.4	ENSAYO DE LAS PILAS EN LA MAQUINA DE COMPRESIÓN.....	129

<b>3.6</b>	<b>CÁLCULO DE ESBELTEZ Y CORRECCIONES DE <math>f'm</math></b> .....	134
<b>3.6.1</b>	<b>COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ:</b> .....	135
<b>3.7</b>	<b>RESULTADOS:</b> .....	136
<b>3.7.1</b>	<b>MODO DE FALLA</b> .....	137
	<b>CONCLUSIONES:</b> .....	139
	<b>RECOMENDACIONES:</b> .....	143
	<b>ANEXOS</b> 144	
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	145
	<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b> .....	146
	<b>PANEL FOTOGRÁFICO</b> .....	147

# CAPÍTULO I

## **CAPÍTULO I:**

### **PLANEAMIENTO METODOLÓGICO**

#### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Al construir una vivienda utilizando la albañilería con ladrillos Kingkong 18 huecos, uno de los factores más resaltantes es el económico, es por ello que muchas personas deciden construirlas con materiales baratos fabricados en la zona, y seleccionan al ladrillo King Kong, desconociendo que estos ladrillos no tienen un buen desempeño estructural ante las solicitaciones de movimientos sísmicos dada la fragilidad que tienen. Ante este problema, se necesita tomar medidas preventivas para evitar el colapso de estas viviendas construidas con ladrillos de mala calidad.

Las unidades de albañilería que se tienen en la zona de San Jerónimo son realizados en su mayoría de regular a mala calidad, pero la unidad puede cumplir con la norma e inclusive el proceso de fabricación de estas unidades no son las adecuadas es por eso que se quiere determinar la compresión axial de las pilas de albañilería. En caso de no evaluar esta, se tendrá una alta incertidumbre o probabilidad de fallar en caso de solicitaciones estructurales más exigentes por lo tanto la edificación se puede considerar de mala calidad.

En el proceso de fabricación de los ladrillos las deficiencias en la producción donde los procesos de fabricación de los ladrillos en su mayoría son hechos manualmente o con maquinarias que no son adecuados para una producción; incumpliendo las normas de calidad ya que su forma de elaboración es empírica sin contar con equipos de control de calidad y principalmente a la falta de capacitación y a la dejadez por parte de los fabricantes.

En la Geometría cada pila estuvo compuesta por 3 unidades de albañilería y tendrán una junta de 1.4 cm, 1.5 cm y 1.6 cm de espesor, siendo las alturas respectivas de (29.63cm), (30.04 cm) y (30.11 cm), una espesor de (14.79 cm), (14.71 cm) y (14.79 cm) respectivamente.

La certificación que poseen dichas ladrilleras no son auténticas, sino prestadas de algunas que si cumplen con las normas establecidas.

El tipo de ladrillo que producen no tienen un buen quemado ya que muchas de ellas presentan un color rojizo, no tienen un color uniforme, sus dimensiones no son uniformes, al ser golpeadas con un martillo no producen un sonido metálico, muchas de ellas tienen manchas blanquecinas de origen salitroso.

## **1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>Espacial</b>	: Ladrilleras del distrito de San Jerónimo Cusco.
<b>Temporal</b>	: 2016.
<b>Cuantitativa</b>	: 25 muestras de ladrillo King Kong 18 huecos.
<b>Social</b>	: Población de los distritos del Cusco
<b>Conceptual</b>	: Una alternativa de investigación en albañilería.

## **1.3 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1 PROBLEMA PRINCIPAL**

¿En qué medida influye la variación del espesor de la junta de albañilería y la dosificación de mortero con ladrillos King Kong 18 huecos y probados en pilas de albañilería de las ladrilleras de San Jerónimo-Cusco en el año 2016?

### **1.3.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS**

#### **PRIMER PROBLEMA**

- ¿En qué medida influye la variabilidad del espesor de la junta de albañilería en la resistencia a la compresión axial probadas en pilas de albañilería construidos con ladrillos King Kong 18 huecos fabricados en San Jerónimo-Cusco?

## **SEGUNDO PROBLEMA**

- ¿En qué medida influye la variabilidad de la dosificación del mortero para la junta de albañilería en la resistencia a la compresión axial probadas en pilas de albañilería construidos con ladrillos King Kong 18 huecos fabricados en San Jerónimo-Cusco?

### **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar en qué medida influye la variabilidad del espesor de la junta de albañilería con ladrillos King Kong 18 huecos y la variabilidad de la dosificación del mortero, en la resistencia a la compresión axial probadas en pilas de albañilería con ladrillos King Kong 18 huecos de las ladrilleras de San Jerónimo-Cusco.

#### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

##### **PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Establecer el influjo de la variabilidad del espesor de la junta de albañilería en la resistencia a la compresión axial probadas en pilas de albañilería construidos con ladrillos King Kong 18 huecos fabricados en San Jerónimo-Cusco.

## **SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Establecer en qué medida influye la variabilidad de la dosificación del mortero para la junta de albañilería en la resistencia a la compresión axial probadas en pilas de albañilería construidos con ladrillos King Kong 18 huecos fabricados en San Jerónimo-Cusco.

### **1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL**

La variabilidad del espesor de junta de albañilería y la variación de dosificación en el mortero influiría en la resistencia a la compresión axial probada en pilas construidas con ladrillos King Kong 18 huecos de las ladrilleras de San Jerónimo-Cusco

#### **1.5.2 HIPÓTESIS SECUNDARIAS**

##### **1RA. HIPÓTESIS SECUNDARIA**

- La variabilidad del espesor de la junta de albañilería influiría en la resistencia a la compresión axial probadas en pilas de albañilería construidos con ladrillos King Kong 18 huecos fabricados en San Jerónimo-Cusco

## 2DA. HIPÓTESIS SECUNDARIA

- La variabilidad de la dosificación del mortero para la junta de albañilería influiría en la resistencia a la compresión axial probadas en pilas de albañilería construidos con ladrillos King Kong 18 huecos fabricados en San Jerónimo-Cusco.

### 1.5.3 IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

#### VARIABLE INDEPENDIENTE

De la hipótesis Principal:

- Espesor de la junta de albañilería
- Dosificación del mortero

#### INDICADORES:

- Medida de la longitud del espesor de la junta en centímetros.  
(1.4cm, 1.5cm; 1.6 cm)
- Dosificación de cemento y arena gruesa para el mortero (1:35 ; 1:4 ; 1:45)

#### VARIABLE DEPENDIENTE

- **De la hipótesis principal:** Resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería

- **De la hipótesis secundaria:** Resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería

#### **INDICADORES:**

- resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup>
- resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup>

### **1.6 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación presente titulada "**VARIABILIDAD DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE PILAS DE LADRILLOS CON DOSIFICACIÓN DEL MORTERO EN LAS LADRILLERAS DEL DISTRITO DE SANJERONIMO-CUSCO EN EL AÑO 2016**", es una **INVESTIGACION EVALUATIVA**, porque intenta resolver un problema práctico y además hace uso de conocimiento existente actual para lograr este objetivo.

#### **1.6.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

La investigación presente tiene como nivel de investigación el **EXPERIMENTAL – EXPLICATIVO**, porque se busca determinar o establecer el porqué de un fenómeno (**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL**) explicando este mediante otro fenómeno (**VARIACIÓN DE LA JUNTA Y MORTERO**), además en su momento presente es una investigación **CAUSAL – MULTIVARIADO**.

La investigación presente es una investigación **CAUSAL – MULTIVARIADO**

### **1.6.3 MÉTODO**

El método que se usó en la presente investigación es EXPERIMENTAL, porque manipula la variable y busca medir el efecto de la variable independiente (espesor de la junta 1.4 cm, 1.5 cm, 1.6 cm y dosificación del mortero cemento: arena 1:3,5; 1:4; 1:4,5) sobre la variable dependiente (aumento o disminución en la resistencia a compresión axial).

## **1.7 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **UNIDAD DE ESTUDIO**

La unidad de investigación son las ladrilleras del distrito de San Jerónimo-Cusco.

### **MUESTRA**

La muestra representativa con la cual se trabajará está tomada de las diferentes Ladrilleras ubicadas en san jerónimo-Cusco y canteras de San Salvador (Pisac) y Huambutio. En total 27 muestras que se trabajaran en el laboratorio de mecánica de suelos.

## **1.8 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

### 1.8.1 TÉCNICAS DE TRATAMIENTO DE LOS DATOS.

El procedimiento que se usó es la observación.

### 1.8.2 INSTRUMENTOS

El instrumento que se usó fue la ficha de observación. Con este cuadro se tomó datos de todas las longitudes de la unidad de albañilería.

MEDIDA DE LAS PILAS ENSAYADAS EN LADRILLOS KING KONG DE 18 HUECOS										
LADRILLERA "....."										
Nº PILA	ESPESOR = 1.40cm y MORTERO = 1:3.5									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
Nº PILA	ESPESOR = 1.40cm y MORTERO = 1:4.0									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
Nº PILA	ESPESOR = 1.40cm y MORTERO = 1:4.5									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
Nº PILA	ESPESOR = 1.50cm y MORTERO = 1:3.5									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
Nº PILA	ESPESOR = 1.50cm y MORTERO = 1:4.0									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
Nº PILA	ESPESOR = 1.50cm y MORTERO = 1:4.5									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
Nº PILA	ESPESOR = 1.60cm y MORTERO = 1:3.5									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		

	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
N° PILA	ESPESOR = 1.60cm y MORTERO = 1:4.0									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
N° PILA	ESPESOR = 1.60cm y MORTERO = 1:4.5									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		

(FUENTE: PROPIA)

## 1.9 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.9.1 JUSTIFICACIÓN.

El estudio se justifica por la necesidad de evitar el envejecimiento y deterioro prematuro de las edificaciones de albañilería, debido a la mala práctica de no usar las juntas correctas y la dosificación del mortero exacto.

En la región Cuscola mayoría de las edificaciones existentes son estructuras auto construidas de albañilería donde el material que más se emplea son las unidades de albañilería (ladrillos King Kong 18 huecos).

Esta práctica de autoconstrucción sin ninguna supervisión hace que en la mayoría de las construcciones se empleen materiales de mala calidad, mano de obra no calificada y procesos constructivos no adecuados, es decir, no cumplen con el Reglamento Nacional de Edificaciones, es por eso que en esta investigación de albañilería se comprobó si cumple o no, con los parámetros de la Norma Técnica Peruana NTP 399.605 2003.

### **1.9.2 IMPORTANCIA.**

El presente estudio de investigación es importante por lo siguiente:

- Es una investigación que demuestra la dimensión de la junta de mortero ideal y la dosificación precisa en albañilería de ladrillos King Kong de 18 huecos fabricados de forma artesanal y semi industrial de las ladrilleras de San Jerónimo-Cusco.
- Es generador de nuevas investigaciones, utilizando aditivas para mejorar la fabricación de la unidad de albañilería
- Motiva a la ampliación de la investigación, mediante la realización de ensayos que midan la resistencia a la compresión axial ensayo a la tracción y otros ensayos para conseguir parámetros relacionados con las propiedades químicas, físicas y mecánicas de los ladrillos.
- Es una nueva alternativa que se puede emplear para mejorar la calidad de las edificaciones de albañilería en nuestra región.
- Es generador de nuevas investigaciones en albañilería, utilizando otras unidades de albañilería, otros componentes del mortero, etc.

- Motiva a la ampliación de la investigación, mediante la realización de ensayos diferentes que incluyan cargas sísmicas, o su variabilidad en el tiempo o la agresión del intemperismo

### **1.9.3 LIMITACIONES.**

- Es una investigación que se desarrolla con unidades de albañilería fabricados de forma artesanal y semi-industrial de ladrilleras de san Jerónimo- Cusco.
- El agregado (arena gruesa) son de las canteras de San Salvador (Pisac) y Huambutio.
- El cemento que se utilizó es Portland tipo IP (Yura)
- El agua es potable

# CAPÍTULO II

## **CAPÍTULO II:**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.**

##### **a) EN EL MUNDO:**

**De La Sotta Monreal** presenta la tesis: "Análisis comparativo entre mortero de junta para albañilería fabricado en obra y mortero premezclado húmedo para albañilería", Valdivia-Chile; 2010, en la Universidad Austral de Chile, en el que muestra que en el país, en la actualidad la albañilería es el 2° material más usado en la construcción de viviendas. Según el Instituto Nacional de estadísticas, la albañilería se usó como material predominante de muros en un 37% de las viviendas construidas el año 2007.

Si se considera que el mortero de junta ocupa alrededor de un 15% del volumen total de un muro de albañilería, desempeñando un papel crucial en su funcionamiento estructural, debido a que es el responsable de mantener unidas monóticamente las unidades de albañilería y que generalmente es más costoso un volumen de mortero que el mismo volumen de cualquier tipo de unidad (especialmente bloques), resulta necesario identificar si el mortero de junta para albañilería fabricado en obra presenta una mejor calidad y precio que el mortero prefabricado húmedo para albañilería.

El mortero es un material de construcción constituido básicamente por una mezcla de cemento, árido fino y eventualmente otro material conglomerante que, con adición de agua, reacciona y adquiere resistencia.

También puede estar compuesto por aditivos que mejoren sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido.

Los morteros de junta, también conocidos como morteros de albañilería, tienen un amplio uso en la construcción de obras de ingeniería, especialmente en la edificación, donde generalmente se utilizan muros de albañilería como elementos soportantes.

A pesar de que tanto en el país, como en el mundo, existen numerosas investigaciones acerca de los morteros de junta y más aún sobre la albañilería como sistema de construcción, existe un escaso conocimiento sobre las propiedades de este material. Se supone frecuentemente en forma errónea que teniendo un adecuado conocimiento y practica para hormigones, ello también sirve para morteros. En realidad, los morteros difieren de los hormigones en muchos tópicos, principalmente en consistencia en obra, en los métodos de colocación y en el ambiente de curado.

Por esto resulta necesario identificar sus propiedades para poder así determinar si los morteros de junta de albañilería fabricados en obra o los de tipo industrial, cumplen con lo establecido en las normas nacionales y cuáles de ellos presentan

## **b) EN EL PERÚ:**

Dante Eddo Bonilla Mancilla; Jorge E. Alva Hurtado, presenta la tesis: "FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ", en la Facultad de Ciencias e Ingeniería, en la Pontificia Universidad Católica del Perú en el año 2006; donde precisa que, el material más usado en la construcción de viviendas en el Perú es la albañilería y una de sus propiedades estructurales más importante es la resistencia a compresión. Para conocer la resistencia a compresión de la albañilería ( $f'm$ ) se construyen prismas o pilas, asentando unidades de albañilería una sobre otra con mortero, para después someterlas a ensayos de compresión axial. Las pilas pueden tener diferentes alturas, dependiendo del número de unidades de albañilería que se use en su construcción; por este motivo se tienen diferentes relaciones altura – espesor del prisma (esbeltez). La Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería (norma peruana) usa para fines estructurales pilas que tengan una esbeltez estándar igual a 5, como es imposible que todos los prismas tengan esta esbeltez, la norma establece coeficientes de corrección de  $f'm$  por esbeltez ( $C_{ce}$ ) para pilas que tengan esbelteces mayores que 2 y menores que 5.

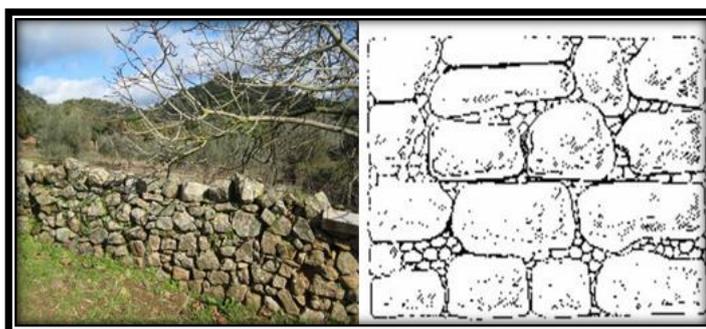
Utilizando materiales, mano de obra y técnicas de construcción peruanas se hallaron de manera experimental los coeficientes de corrección de  $f'm$  por esbeltez ( $C_{ce}$ ). Para esto, se ensayaron a compresión axial 72 pilas hechas con ladrillos de arcilla.

## 2.2 BASES TEÓRICAS.

### 2.2.1 LA ALBAÑILERÍA O MAMPOSTERÍA.

Se define como un conjunto de unidades trabadas o adheridas entre sí con algún material, como el mortero de barro o de cemento. Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobes, tapias, ladrillos y bloques). Este sistema fue creado por el hombre a fin de satisfacer sus necesidades, principalmente de vivienda. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

Bajo esta definición, se incluye que la albañilería existió desde tiempos remotos y que su forma inicial podría haber sido los muros hechos con piedras naturales trabadas o adheridas con barro lo que actualmente en nuestro medio se denomina "pirca". (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).



(FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

DESCRIPCIÓN: Pirca.

## **MATERIA PRIMA EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.**

La materia prima empleadas como materia prima para la fabricación de los ladrillos se clasifica en calcáreas y no calcáreas. Las primeras contienen un 15% de carbono de calcio, que da lugar a unidades de color amarillento; en las segundas, predomina el silicato de alúmina con un 5% de óxido de hierro, que le proporciona un tono rojizo.

Las mejores arcillas tienen arena y limo; es necesario que tengan arena para reducir los efectos de contracción por secado de la arcilla, que podría generar fisuras en los ladrillos.



(Fuente: Propia)

**DESCRIPCIÓN:** Extracción de materia prima.

## **FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.**

Este proceso es muy variado, lo que da lugar a unidades artesanales, semi-industriales e industriales, con una gran diferencia en sus formas, resistencias y dimensiones.

La extracción del material en la cantera se hace con picos, lampas y carretillas (proceso artesanal); o usando palas mecánicas (proceso industrial). Posteriormente se tamiza el material empleando mallas metálicas, para de este modo eliminar las piedras y otras materias extrañas.



(Fuente: Propia)

**DESCRIPCIÓN:** Máquina procesadora y extrusora.



(Fuente: Propia)

**DESCRIPCIÓN:** Secado de unidades de albañilería



(Fuente: Propia)

**DESCRIPCIÓN:** Cargado al horno y apilamiento de las unidades de albañilería

## **2.2.2 TIPOS DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA**

### **2.2.2.1 UNIDADES DE ARCILLA**

Las unidades de arcilla son usualmente ladrillos. Se les llama ladrillos de arcilla o ladrillos cerámicos. También se produce, aunque en menor proporción, bloques de cerámica. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

Se fabrican ladrillos de arcilla sólidos, perforados y tubulares; los bloques, cuando se fabrican, son huecos. El formado de las unidades de arcilla se realiza por todos los métodos de moldeo, con la asistencia de presión (no es posible fabricar unidades de arcilla por moldeo asistido con vibración), y por extrusión. En consecuencia, la gama de productos, su calidad y su variabilidad son prácticamente ilimitadas. El color de las unidades de arcilla va normalmente del amarillo al rojo. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

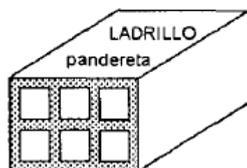
La textura de las unidades de arcilla es lisa cuando ha sido moldeada en contacto con moldes metálicos, y rugosa cuando el moldeo se realiza en moldes de madera arenados; es lisa en las caras formadas por el dado en el proceso de extrusión, y rugosa en las caras cortadas por el alambre en el proceso de extrusión. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).



(Fuente: Propia)

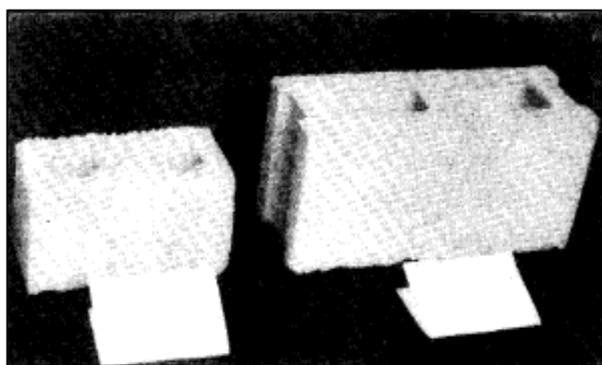
- a) Unidades Sólidas o Macizas.** Son las que no tienen huecos o, en todo caso, presentan alveolos o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento que cubren un área no mayor al 25% del área de la sección bruta. Sin embargo, los experimentos indican que es posible emplear unidades hasta con 33% de vacíos, más allá del cual su comportamiento se torna muy frágil. Estas unidades se emplean para la construcción de muros portantes. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).
- b) Unidades Huecas.** Son aquellas donde el área neta (en la cara de asiento) es menor al 75% del área bruta. En esta categoría clasifican los bloques de concreto vibrado (empleados en la albañilería armada) y también, las unidades con muchas perforaciones. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).
- c) Unidades Tubulares.** Son las que tienen sus alveolos o perforaciones dispuestos en forma paralela a la

superficie de asiento; en este tipo clasifican los ladrillos panderetas, utilizados en los tabiques: (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).



### 2.2.2.2 UNIDADES DE CONCRETO

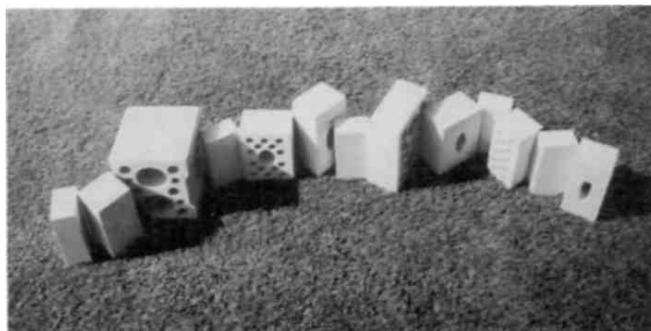
Las unidades de concreto pueden ser ladrillos y bloques. Se producen en los tipos sólido y hueco. El formado de las unidades de concreto se hace exclusivamente por moldeo asistido por presión o vibración, o por una combinación de ambas. El color natural de las unidades es gris o gris verdoso. Lo peculiar de la fabricación de unidades de concreto es que las mezclas pueden ser dosificadas para producir unidades de resistencia variables dentro del mismo tipo de unidad. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).



(FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

### **2.2.2.3 UNIDADES SÍLICO-CALCÁREAS**

Las unidades sílico-calcáreas o de sílice-cal pueden ser ladrillos y bloques. Se producen en los tipos sólidos, huecos y perforados.



(FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

Diversidad de unidades sílico-calcáreas: Los hay sólidas, huecas y perforadas, tanto en ladrillos como en bloques.

Las unidades sílico-calcáreas siempre se forman mediante moldeado a alta presión. Su color natural es prácticamente blanco con un ligero tinte gris, amarillo o rosado, dependiendo del color de la arena empleada. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

Dado que es posible que las proporciones de los ingredientes sean variadas, se pueden producir unidades de diferentes calidades. Ellas son distinguibles, casi exclusivamente, por su resistencia a la compresión, ya que todas las unidades sílico-calcáreas se caracterizan por tener variabilidad dimensional muy reducida, ser muy perfiladas y de textura más bien suave, la que depende, en alguna medida, de las características de la arena. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

### **2.2.3 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

Las unidades empleadas en las construcciones de albañilería son básicamente hechas de arcilla (cerámicas), arena-cal (sílico-calcáreo) y de concreto. De acuerdo a su tamaño, éstas son denominadas Ladrillos y Bloques. Se les llama ladrillos cuando pueden ser manipulados y asentados con una mano; y bloques, cuando por su peso y dimensiones se tiene que emplear ambas manos. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

A nivel internacional, las unidades se clasifican por el porcentaje de huecos (alveolos o perforaciones) que tienen en su superficie de asentado y por la disposición que éstos tengan; de la siguiente manera: (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

## **UNIDAD DE ALBAÑILERÍA**

- 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. (FUENTE: NORMA E-070 ALBAÑILERIA).
- 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. (FUENTE: NORMA E-070 ALBAÑILERIA).
- C) Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial. (FUENTE: NORMA E-070 ALBAÑILERIA).
- 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, que se comprobará de acuerdo a la NTP 399.602. (FUENTE: NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

## **UNIDAD DE ALBAÑILERIA**

La unidad de albañilería es el componente básico para la construcción de la albañilería. Se elabora de materias primas diversas: la arcilla, el concreto de cemento portland y la mezcla de sílice y cal son las principales. Se forma mediante el moldeo, empleado en combinación con diferentes métodos de compactación, o por extrusión. Finalmente, se produce en condiciones extremadamente disímiles: en sofisticadas fábricas, bajo estricto control industrial, o en precarias canchas, muchas veces provisionales, incluso al pie de la obra en la que será utilizada, mediante procedimientos rudimentarios y sin ningún control de calidad. No debe extrañar, entonces, que las formas, tipos, dimensiones y pesos sean de variedad prácticamente ilimitada, y que la calidad de las unidades medida por el valor y por el coeficiente de variación de sus propiedades significativas cubra todo el rango, desde pésimo hasta excelente. (Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 75)

Es indudable que la racionalización de las unidades de albañilería, aplicada sobre todo para definir tipos y dimensiones preferidas o estándar y para clasificarlas de acuerdo con su calidad, es la piedra angular del desarrollo de la albañilería estructural. No es posible pensar que el desarrollo de la albañilería estructural será viable, salvo en sectores reducidos y aislados de la actividad constructora, si la producción de unidades de albañilería es, en todo sentido, irrestricta y caótica. (Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 75)

Las unidades de albañilería se denominan ladrillos o bloques. Los ladrillos se caracterizan por tener dimensiones particularmente el ancho y pesos que los hacen manejables con una sola mano en el proceso de asentado. El ladrillo tradicional es una pieza pequeña que usualmente no tiene un ancho mayor de 10 a 12 cm, y cuyo peso no excede los cuatro kilos (figura 4.1). (Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 76)



**Ladrillo:** manejo con una sola mano. (Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 76)

### **2.2.3.1 LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN.**

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

**TABLA N°. 1**

<b>LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBANILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES</b>			
<b>TIPO</b>	<b>ZONA SÍSMICA 2 Y 3</b>		<b>ZONA SÍSMICA 1</b>
	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 rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

FUENTE: (Resolución ministerial N° 011-2006 – vivienda, 2006)

**DESCRIPCIÓN:** Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.

### **2.2.3.2 TRATAMIENTO DE LOS LADRILLOS ANTES DEL ASENTADO.**

Producto de la cocción en el horno, los ladrillos de arcilla acumulan polvo en su superficie que debe ser limpiada con escobilla o aire comprimido antes de asentarlos. El polvo reduce la adherencia ladrillo – mortero, disminuyendo la resistencia a corte de los muros. Durante esta operación, deben eliminarse aquellos ladrillos resquebrajados que presentan grietas o estén mal cocidos;

algunos de estos ladrillos podrán recortarse a máquina o mediante una herramienta llamada picota para usarlos como medias unidades. (FUENTE: Norma E-070 Albañilería)

Luego de la limpieza, los ladrillos de arcilla deben regarse durante media hora unas diez horas antes de asentarlos. El objetivo de esta operación es disminuir la elevada succión que presentan y que el agua retenida en su núcleo sirva para curar el mortero. De otro modo, si se los asienta secos, absorberán rápidamente el agua del mortero, endureciéndolo, con lo cual, los ladrillos de la hilada inmediata superior tendrán dificultad al asentarse y su adherencia con el mortero se verá reducida. (FUENTE: Norma E-070 Albañilería)

### **2.2.3.3 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS.**

Conocer las propiedades de las unidades es necesario, básicamente para tener una idea sobre la resistencia de la albañilería, así como de su durabilidad ante la intemperie. Sin embargo, no se puede afirmar que la mejor unidad proporcione necesariamente la mejor albañilería.

Las propiedades de la unidad asociadas con la resistencia de la albañilería son:

- Resistencia a la compresión.
- Variabilidad dimensional y alabeo.
- Succión.

Las propiedades de la unidad relacionados con la durabilidad de la albañilería son:

- Resistencia a la compresión y densidad.
  - Eflorescencia, absorción y coeficiente de saturación.
- (FUENTE: Norma E-070 Albañilería)

La norma E. 070 indica que por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccione al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuaran las pruebas de variación de dimensiones y alabeo. Luego cinco de estas unidades se ensayaran a compresión y las otras cinco a absorción. La norma E.070 define en su tabla las características para el diseño estructural, las que dependen de: 1) la variación de dimensiones; 2) el alabeo y 3) la resistencia a compresión de la unidad. (FUENTE: Norma E-070 Albañilería)

**TABLA N°. 2**

**DESCRIPCIÓN: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.**

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f'_s$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) 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 <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 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

Fuente: resolución ministerial n° 011 – 2006 – vivienda, 2006

A continuación se indicara, sin mayor detalle, la manera como se hacen estos ensayos. Lo importante es saber cómo repercuten los resultados sobre el comportamiento de la albañilería. Al respecto, INDECOPI (Norma NTP), entidad encargada de velar por la calidad de los productos, clasifica a las unidades desde el punto de vista cualitativo, usando solo la resistencia a compresión, sin contemplar el producto final que es la albañilería.

Cabe además indicar que para clasificar a una unidad de acuerdo a la tabla 3 se utiliza el criterio más desfavorable; por ejemplo, que de acuerdo a los ensayos de compresión un ladrillo clasifique como clase V, pero si este ladrillo presentase alta variabilidad dimensional que lo lleve a la clase IV y grandes alabeos que lo conduzcan a la clase III, entonces ese ladrillo se clasificara como clase III.

#### **2.2.3.4 ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA.**

- 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. (Fuente: NORMA E-070 ALBAÑILERÍA).
  
- 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%.(Fuente: NORMA E-070 ALBAÑILERÍA).
  
- 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. (Fuente: NORMA E-070 ALBAÑILERÍA).
  
- 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. (Fuente: NORMA E-070 ALBAÑILERÍA).

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

**FIG. N° 1**

**DESCRIPCIÓN: Ladrillo King Kong 18 huecos.**



(Fuente: Propia)

## **2.3 EL MORTERO**

La función principal del mortero en la albañilería es adherir las unidades, corrigiendo las irregularidades geométricas de altura que estas tienen, así como sellar las juntas contra la penetración del aire y de la humedad. Cuando el muro de albañilería es portante de carga vertical, el mortero cumple además una función resistente, por lo que es conveniente que las resistencias a compresión de las unidades y del mortero sean parecidas. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

El mortero generalmente está compuesto por cemento portland tipo I o Puzolánico IP, arena gruesa y agua. El uso de cal hidratada normalizada es recomendable, pero optativo. Sin embargo, para unidades se deben asentar en su estado natural (secas), como las de concreto y de sílice-cal, es conveniente emplear cal ya que ella actúa como un aditivo que plastifica la mezcla y evita que se endurezca rápidamente. El cemento y la cal funcionan como aglomerantes, mientras que la arena es un agregado inerte. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

La función del cemento es proporcionar resistencia a la mezcla, la de la cal es proporcionar trabajabilidad y retentividad (retarda la evaporación del agua) y de la arena es proporcionar estabilidad volumétrica a la mezcla, permitiendo al asentado de varias hiladas en una jornada de trabajo. Debe eliminarse el polvo de la arena, tamizándola por la malla ASTM N°200, ya que este acelera la contracción de secado de mortero. La función del agua es proporcionar

trabajabilidad a la mezcla, así como hidratar el cemento. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

En cuanto a la adherencia unidad-mortero, esta se logra cuando los solubles del cemento (básicamente la etringida) son absorbidos por la unidad, cristalizándose (como agujas) en sus poros. La adherencia del agua se ve favorecida cuando el mortero penetra en las perforaciones de la unidad, formando una especie de llave de corte entre las hiladas; al respecto, ensayos realizados en la PUCP sobre muretes en compresión axial, indicaron que cuando el mortero se compacto especialmente en cada una de las 18 perforaciones de la unidad (lo que no es posible realizaren obra), la resistencia al corte se incrementó en 50%.(FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

De otro lado, es necesario extender el mortero sobre toda la superficie (vertical y horizontal) de la unidad por asentar, por lo que debe ser trabajable. Una forma práctica de comprobar la extensión del mortero consiste en pegar dos unidades y separarlas después de un minuto; deberá observarse que el mortero cubre toda la superficie de la unidad superior. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

## **MORTERO**

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



(Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 129).

**DESCRIPCIÓN:** Falla de un muro de albañilería simple por acción del viento actuando perpendicularmente a su plano. Como consecuencia de las tracciones por flexión, las unidades se han despegado.

Estrictamente, asentar unidades de albañilería es pegarlas o unir las con el adhesivo que es el mortero en una ubicación predeterminada. Si bien se han hecho intentos experimentales y

prácticos para asentar unidades de albañilería con polímetros, azufre fundido y algunas otras sustancias, el material más empicado sigue siendo el mortero de cemento portland con o sin cal. En algunos países es común también el empleo del mortero de cemento de albañilería, generalmente con la adición de cemento portland cuando se trata de albañilería portante. El texto se refiere principalmente al mortero de cemento portland. (Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 130).

### **2.3.1 CLASIFICACIÓN POR LA PREPARACIÓN DEL MORTERO**

- **MORTEROS ARTESANALES.**

Son aquellos que se preparan a mano en obra sobre una superficie limpia, revolviendo la misma mezcla seca cemento-arena (opcionalmente se adiciona cal) hasta lograr un color uniforme, para después echarle agua a criterio del albañil, hasta obtener una mezcla trabajable.

- **MORTEROS INDUSTRIALES.**

En el Perú, los morteros industriales vienen en 2 modalidades embolsados (en seco) y premezclados (incluido el agua).

El cuidado del mortero embolsado es el mismo que el dado al cemento embolsado: debe colocarse en rumas de no más de 10 bolsas sobre una tarima de madera, protegerlos de la lluvia y no debe pasar de 6 meses de edad. En este caso, el albañil le agrega agua de acuerdo a su criterio.

(ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, Febrero de 2011)

### 2.3.2 TIPOS DE MORTERO.

Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto).

**TABLA N° 3**  
**DESCRIPCIÓN: Tipos de Mortero.**

TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

(RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 011-2006-VIVIENDA, 2006)

### 2.3.3 PROPIEDADES DEL MORTERO

Se debe distinguir entre las propiedades del mortero en su estado plástico y en su estado endurecido.

En el estado plástico la propiedad esencial del mortero es su temple, es decir, la cualidad de poder ser manipulado con el badilejo, de ser esparcido con facilidad sobre las superficies de las unidades, de adherirse a superficies verticales de las unidades y de lograr contacto íntimo y completo con las irregularidades de estas. Lo opuesto a un mortero trabajable es un mortero áspero. En la figura 5.10 se muestra el aspecto de un mortero trabajable. Si bien la trabajabilidad de un mortero es fácilmente reconocible por un buen albañil, ella es una compleja propiedad Teológica, y no existe un ensayo para cuantificarla ni para medir características tales como la cohesión y la plasticidad de un mortero. Adicionalmente, la recuperación de dicho temple perdido por evaporación del agua puede exigir la adición de más agua en un proceso, exclusivo de la técnica del mortero, llamado retemplado. (Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 140).

Cohesión, plasticidad, fluidez y retentividad estas dos últimas susceptibles de medición, en conjunto, definen el temple. Lo que se hace, en la práctica, es "medir" el temple mediante ensayos relativamente simples, que cuantifican la fluidez del mortero y su retentividad. (Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 141).



(Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 140).

**DESCRIPCIÓN:** Mortero con trabajabilidad satisfactoria. Nótese consistencia, plasticidad y capacidad de adherirse a la unidad sin desprenderse. Es "medir" el temple mediante ensayos relativamente simples que cuantifican la fluidez del mortero y su retentividad.

En la construcción, la retentividad se evidencia por la capacidad del mortero de permanecer trabajable después del contacto con la primera unidad, lo que permite el asentado cómodo de la unidad superior y, así, la homogeneización de la adhesión. (Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 141).

Las propiedades del mortero endurecido son la adhesión con las unidades de albañilería y su resistencia a la compresión. La primera es esencial; la segunda, a pesar de ser exigida en muchas normas, incidental. En la adhesión hay que distinguir el valor unitario de la adhesión y la extensión del área de contacto de la adhesión. La

adhesión resulta del producto del valor unitario y de la extensión. (Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 141).

El aspecto menos comprendido de la adhesión está relacionado con la extensión del área de contacto. Se ha sugerido que la mejor manera de entender en qué consiste y, a la vez, en cierto modo, medirla es remover una unidad de la hilada poco después de asentada. La disposición del mortero adherido a la cara de asiento de la unidad indicada la extensión. Los morteros ásperos mostrarán, típicamente, un contacto localizado, descrito como tentacular, mientras que los morteros trabajables cubrirán el íntegro de la cara de asiento. (Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 141).

## **2.3.4 COMPONENTES DEL MORTERO**

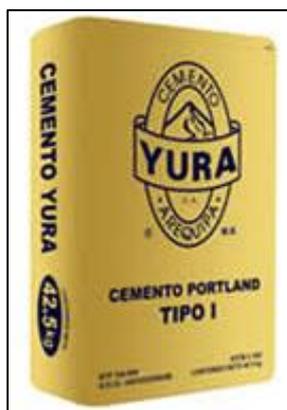
### **2.3.4.1 EL CEMENTO.**

Es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. Hasta este punto la molienda entre estas rocas es llamada clinker, esta se convierte en cemento cuando se le agrega yeso, este le da la propiedad a esta mezcla para que pueda fraguar y endurecerse.

El cemento se vende en bolsas de un pie cúbico que pesan 42.5 kg. Existen diferentes marcas y variedades, siendo los más usados los tipos I e IP; todas las características se encuentran impresas en sus respectivas bolsas.

**FIG. N° 2**

**DESCRIPCIÓN: El cemento.**



**(Fuente: propia)**

**COMPOSICIÓN DEL CEMENTO PORTLAND.**

Los componentes principales del cemento portland lo constituyen básicamente los silicatos y los aluminatos de calcio.

**TABLA N°. 4**

**DESCRIPCIÓN: Composición del Cemento Portland**

<b>% de Oxidos (peso)</b>	<b>Rango</b>
CaO	60-67
SiO <sub>2</sub>	17-25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3-8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5-6.0
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0.2-1.3
MgO	0.1-4.0
Cal libre	0-2
SO <sub>2</sub>	1-3

FUENTE:(CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A)

- **EL SILICATO TRICÁLCICO (C3S):**

Es el compuesto activo por excelencia del Clinker, es el que produce la alta resistencia inicial del cemento Pórtland hidratado. Pasa del fraguado inicial al final en unas cuantas horas. El C3S reacciona con el agua desprendiendo una gran cantidad de calor (calor de hidratación). La rapidez de endurecimiento de la pasta de cemento está en relación directa con el calor de hidratación; cuanto más rápido sea el fraguado, mayor será la exotérmica. El C3S hidratado alcanza gran parte de su resistencia en siete días. Debe limitarse el contenido de C3S en los cementos para obras de grandes masas de hormigón, no debiendo rebasarse un 35%, con objeto de evitar valores elevados del calor de hidratación.

- **EL SILICATO DICÁLCICO (C2S):**

Requiere algunos días para fraguar. Es el causante principal de la resistencia posterior de la pasta de cemento Portland. Debido a que su reacción de hidratación avanza con lentitud, genera un bajo calor de hidratación. Este compuesto en el cemento Portland desarrolla menores resistencias que el C3S en las primeras edades; sin embargo, aumenta gradualmente, alcanzando a unos tres meses una resistencia similar a la del C3S. Los cementos con alto contenido en silicato di cálcico son más resistentes a los sulfatos.

- **ALUMINATO TRICÁLCICO (C3A):**

Presenta fraguado instantáneo al ser hidratado y gran retracción. Es el causante primario del fraguado inicial del cemento Portland y desprende grandes cantidades de calor durante la hidratación. El yeso, agregado al cemento durante el proceso de fabricación, en la trituración o en la molienda, se combina con el C3A para controlar el tiempo de fraguado, por su acción al retardar la hidratación de este. El compuesto C3A muestra poco aumento en la resistencia después de un día. Aunque el C3A hidratado, por sí solo, produce una resistencia muy baja, su presencia en el cemento Portland hidratado produce otros efectos importantes. Por ejemplo un aumento en la cantidad de C3A en el cemento Portland ocasiona un fraguado más rápido, pero conduce a propiedades indeseables del hormigón,

como una mala resistencia a los sulfatos y un mayor cambio de volumen. Su estabilidad química es buena frente a ciertas aguas agresivas (de mar, por ejemplo) y muy débil frente a sulfatos.

- **EL FERROALUMINATO TETRACÁLCICO (C4AF):**

El uso de más óxido de hierro en la alimentación del horno ayuda a disminuir el C3A, pero lleva a la formación de C4AF, un producto que actúa como relleno con poca o ninguna resistencia. No obstante, es necesario como fundente para bajar la temperatura de formación del Clinker. Es semejante al C3A, porque se hidrata con rapidez y sólo desarrolla baja resistencia. No obstante, al contrario del C3A, no muestra fraguado instantáneo. Su resistencia a las aguas selenitosas y agresivos en general es la más alta de todos los constituyentes. Su color oscuro le hace prohibitivo para los cementos blancos por lo que en este caso se utilizan otros fundentes en la fabricación.

- **LA CAL LIBRE (CAO):**

No debe sobrepasar el 2%, ya que en cantidades excesivas puede dar por resultado una calcinación insuficiente del Clinker en el horno, esto puede provocar expansión y desintegración del hormigón. Inversamente, cantidades muy bajas de cal libre reducen la eficiencia en el consumo de combustible

y producen un Clinker duro para moler que reacciona con mayor lentitud.

#### **TIPOS DE CEMENTO:**

- **CEMENTO TIPO I.-** De uso común y corriente en construcciones de concreto y trabajos de albañilería donde no se requieren propiedades especiales.
- **CEMENTO PUZOLÁNICO IP.-** Cemento al que se ha añadido puzolana hasta en un 15 %, material que le da un color rojizo y que se obtiene de arcillas calcinadas, de cenizas volcánicas o de ladrillos pulverizados. Las ventajas de reemplazar parte del cemento por este material, es que permite retener agua, por lo que se obtiene una mayor capacidad de adherencia.

Esto retrasa, además, el tiempo de fraguado y es conveniente cuando se necesita de más tiempo, por ejemplo, para frotachar un piso de concreto.

- **CEMENTO TIPO II.-** De moderada resistencia al ataque de los sulfatos, se recomienda usar en ambientes agresivos. Los sulfatos son sustancias que aparecen en las aguas subterráneas o en los suelos, que cuando entran en contacto con el concreto, lo deterioran.
- **CEMENTO TIPO III.-** De desarrollo rápido de resistencia. Se recomienda usar cuando se quiera adelantar el desencofrado. Al fraguar, produce alto calor, por lo que es aplicable en climas fríos.

- **CEMENTO TIPO IV.-** Al fraguar produce bajo calor, recomendable para vaciados de grandes masas de concreto. Por ejemplo, en presas de concreto.
- **CEMENTO TIPO V.-** De muy alta resistencia al ataque de sales, recomendable cuando el elemento de concreto esté en contacto con agua o ambientes salinos.

## **VENTAJAS DE UTILIZACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND IP EN LOS MORTEROS**

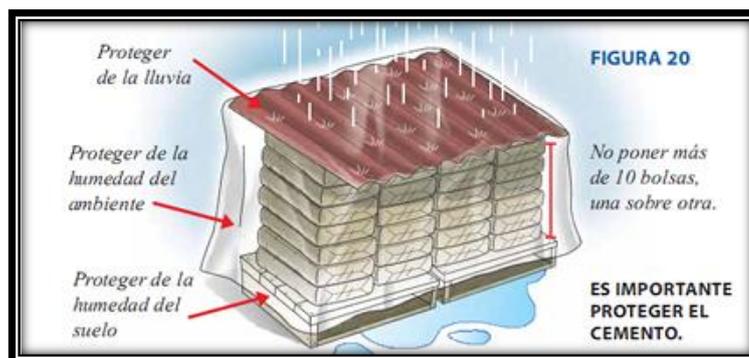
- A) Para la producción de morteros, el uso de cemento Pórtland IP de Yura es altamente recomendable. La razón de ser de los morteros es desarrollar máxima adherencia. Para que el mortero tenga esa propiedad, se requiere: alta retentividad de agua, consistencia y fluidez, que constituyen la trabajabilidad de la mezcla, mayor tiempo útil de trabajo y elasticidad en la etapa de mortero fresco. Es evidente que las propiedades y requisitos de los morteros son mejoradas con el uso de cemento Yura IP.
- B) Es un hecho que la resistencia a la tracción de una albañilería asentada con mortero de cemento Yura IP es mucho mayor que el de la albañilería construida con un mortero de cemento Pórtland normal. Como se sabe, la resistencia a la tracción es precisamente la que necesitan las estructuras de albañilería para su comportamiento durante los sismos severos.

## ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO.

- A) Durante su almacenamiento, debe estar protegido para que mantenga sus propiedades. Por eso, hay que cubrirlo para que no esté expuesto a la humedad y aislarlo del suelo colocándolo sobre una tarima de madera.
- B) El tiempo máximo de almacenamiento recomendable en la obra es de un mes antes de usarse, se debe verificar que no se hayan formado grumos. Si los hubiera, el cemento se podrá usar, siempre y cuando puedan deshacerse fácilmente comprimiéndolos con la yema de los dedos.

FIG. N° 3

### DESCRIPCIÓN: Almacenamiento del cemento.



FUENTE: (CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A)

- C) La altura máxima que se debe alcanzar al apilar el cemento es de 10 bolsas, para evitar que las bolsas inferiores se compriman y endurezcan.

## **PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO:**

### **a) EXTRACCIÓN DE MATERIAS PRIMAS.**

La materia prima para la elaboración del cemento (caliza, yeso, puzolana) se extrae de canteras, y luego de pasar por un proceso de triturado, son llevadas en camiones a la planta de cemento.

### **b) RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS.**

Una vez en la planta de cemento, las materias primas son calcificadas y almacenadas hasta que son requeridas en el proceso productivo.

### **c) MOLIENDA DE MATERIAS PRIMAS.**

Una vez definida la dosificación de las materias primas se muelen en molinos de rodillos o de bolas obteniéndose en ellos un polvo fino, que se almacena en silos de crudo.

### **d) CLINKERIZACIÓN.**

En la etapa de clinkerización, es donde se producen las reacciones químicas más importantes del proceso. El crudo es calcinado en el horno rotatorio a temperatura entre 1400 a 1500 °C, transformándose en un nuevo material llamado Clinker, el cual debe ser enfriado rápidamente al salir del horno.

**e) MOLIENDA DE CEMENTO.**

El Clinker, junto con otras adiciones como yeso ó puzolana, es molido en molinos de bolas, reduciéndolo a un polvo fino para obtener cemento, que es almacenado en silos.

**f) ENVASADO.**

El cemento es llevado del silo de almacenamiento a la ensacadora y una vez en sacos se pasa a formar pallets, que serán despachados posteriormente.

**g) DESPACHO.**

A partir de los silos de almacenamiento, el cemento que no es ensacado, puede ser cargado directamente en camiones graneleros. El cemento ensacado puede ser transportado en vagones de tren o en camiones.

FUENTE: (CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A)

**2.3.4.2 EL AGREGADO**

El agregado es el material granular, generalmente inerte, resultante de la desintegración natural, desgaste o trituración de rocas, de escorias siderúrgicas convenientemente preparadas para tal fin o de otros materiales suficientemente duros, que permiten obtener

partículas de forma y tamaños estables, destinadas a ser empleadas en concreto.

Los agregados fino y grueso ocupan alrededor del 60 % al 75 % del volumen del hormigón (70 % a 85 % de la masa) e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las proporciones de la mezcla

## **CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS POR SU TAMAÑO.**

### **AGREGADO GRUESO.**

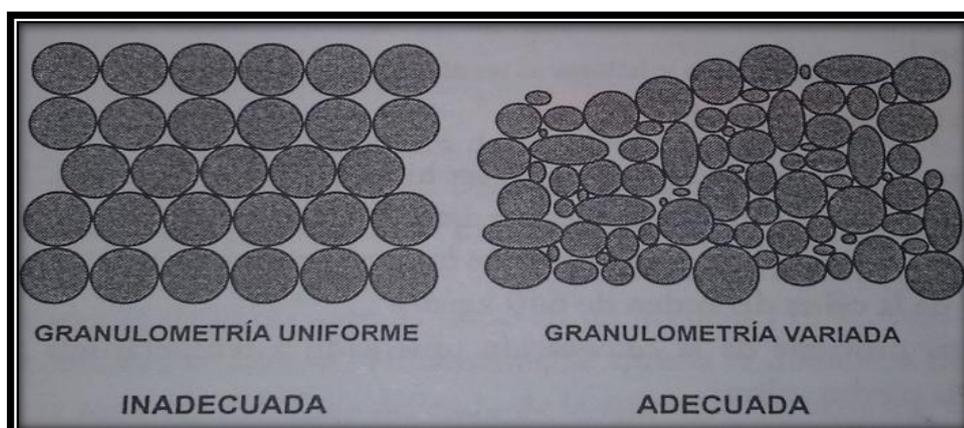
Es el agregado que de acuerdo con su tamaño nominal, queda retenido en el tamiz N°4.

### **ARENA GRUESA.**

Es ideal que se use arena gruesa, con granos redondeados y de una granulometría completa (con variedad en el tamaño de las partículas), que permitan llenar los espacios vacíos (Fig. 27) con el material cementante, formando un mortero denso y resistente a la intemperie.

**FIG. N° 4**

**DESCRIPCIÓN: Granulometría de la arena.**



FUENTE: (ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, Febrero de 2011)

### GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA.

El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 6. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

**TABLA N° 5**

**DESCRIPCIÓN: Granulometría de la 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: (RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 011-2006 – VIVIENDA, 2006)

- a) No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
- b) El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.
- c) El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
- d) No deberá emplearse arena de mar. (RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 011-2006-VIVIENDA, 2006)

### AGREGADO FINO.

Es el agregado que pasa por lo menos el 95% el tamiz N° 4. Y queda retenido en el tamiz N° 200.

### PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS.

#### FORMA REDONDEADA.

FIG. N° 5

DESCRIPCIÓN: Formas redondeadas de los agregados.

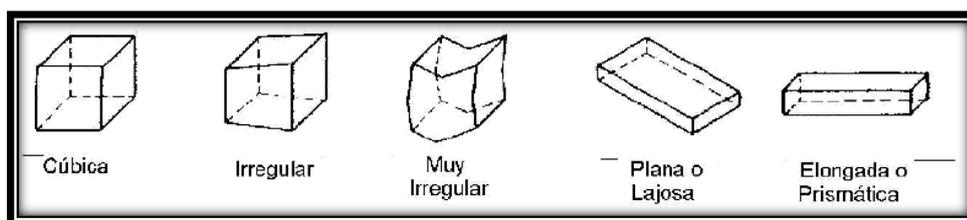


FUENTE: (CARRASCO, 2009)

## FORMA ANGULAR.

FIG. N° 6

DESCRIPCIÓN: Formas angulares de los agregados

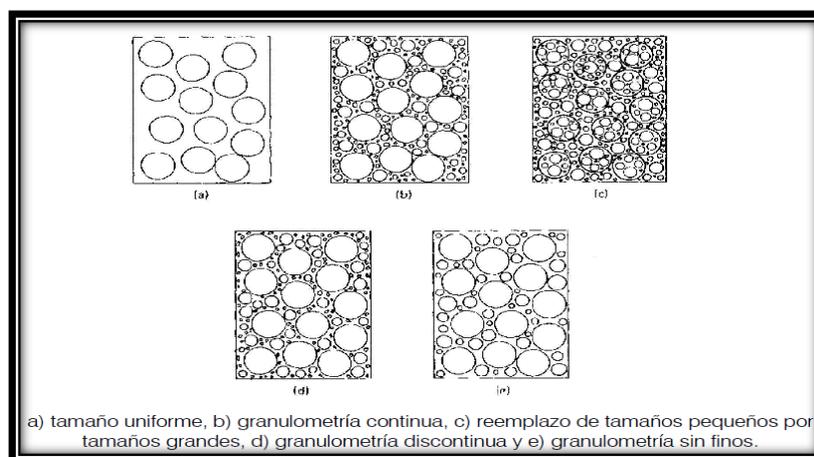


FUENTE: (CARRASCO, 2009)

## GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS.

FIG. N° 7

DESCRIPCIÓN: Granulometría de los agregados.



FUENTE: CARRASCO, 2009

## MÓDULO DE FINEZA.

El análisis granulométrico de la arena se complementa calculando su módulo de finura, que es igual a la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en cada una de las mallas de la serie estándar.

$$MF = \frac{\sum \% \text{Retenido Acumulado desde el tamiz N}^\circ 4 \text{ al N}^\circ 100}{100}$$

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 011-2006-VIVIENDA, 2006

### 2.3.4.3 EL AGUA

El agua deberá ser potable, libre de materias orgánicas y de sustancias deletéreas (aceite, ácidos, etc.). El uso de agua de mar debe evitarse pues produce eflorescencia en los ladrillos por las sales que contiene. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

**TABLA N°. 6**

**DESCRIPCIÓN: Límites máximos permisibles en el agua.**

Descripción	Límite permisible
Limite en suspensión	5000 ppm max
Materia Orgánica	3 ppm max
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1000 ppm max
Suelo (Ion SO <sub>4</sub> )	600 ppm max
Cloruros (Ion Cl <sup>-</sup> )	1000 ppm max
pH	5 a 8

(ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, Febrero de 2011) FUENTE: Fuente especificada

## 2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Todos los términos a ser usados en la investigación, así como los conceptos que requieran ser detallados, serán definidos en forma precisa y concisa, para dar a conocer un vocabulario necesario para alcanzar un entendimiento austero como mínimo para cualquier persona interesada por el trabajo de investigación.

- **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. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **Albañilería Armada.**

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

- **Albañilería Confinada.**

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

- **Albañilería no Reforzada.**

Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta Norma. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **Albañilería Reforzada o Albañilería Estructural.**

Albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de esta Norma. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **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. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **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. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **Borde Libre.**

Extremo horizontal o vertical no arriestrado de un muro. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **Concreto Líquido o Grout.**

Concreto con o sin agregado grueso, de consistencia fluida. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **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. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **Confinamiento.**

Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **Construcciones de Albañilería.**

Edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **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. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **Muro Arriostrado.**

Muro provisto de elementos de arriostre. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **Muro de Arriostre.**

Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **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. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **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. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **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 segregaciones 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. (FUENTE: NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

TABLA 4				
TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	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 ALBAÑILERIA).

- **Placa.**

Muro portante de concreto armado, diseñado de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. (FUENTE: NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

- **Tabique.**

Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral. (NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

## **2.5 PRUEBAS**

### **2.5.1 MUESTREO**

El muestreo será efectuado a pie de obra.

Por cada lote compuesto por 50 millares de unidades se seleccionara al azar una muestra de 10 unidades sobre las que se efectuará las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayaran a compresión y las otras cinco a absorción.

### **2.5.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

La resistencia a la compresión es, por sí sola, la principal propiedad de la unidad de albañilería. Los valores altos de la resistencia a la compresión señalan buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición. Lamentablemente, esta propiedad es difícil de medir adecuadamente por la gran variabilidad de formas y dimensiones de las unidades, principalmente de sus alturas, esto impide relacionar el resultado del ensayo de compresión con la verdadera resistencia de la masa componente. Esto se debe a los efectos de la forma y esbeltez en el valor medido y a la restricción, ocasionada por los cabezales de la máquina de compresión, que modifica el estado de esfuerzos en la unidad. (Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 111).

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia a la compresión de la albañilería ( $f'b$ ) es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro. Los principales componentes de la resistencia a la compresión de albañilería son: la resistencia a la compresión del ladrillo ( $f'b$ ), la perfección geométrica del ladrillo, la calidad de mortero empleado para el asentado de ladrillo y la calidad de mano de obra empleada. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería).

De todos los componentes anteriores citado, los pertinentes a la norma de la resistencia son la resistencia a la compresión y la geometría del ladrillo. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería).

### 2.5.3 VARIACIÓN DIMENSIONAL

La variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta con mayores variaciones, en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero (figura 4.33) por encima de lo estrictamente necesario por adhesión, que es de 9 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión (véase el acápite 9.3-5-6 para el análisis detallado del efecto del espesor de la junta en la resistencia a la compresión de la

albañilería). (Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 116).

## VARIABILIDAD DIMENSIONAL

La variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta, con mayores variaciones en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo necesaria por adhesión, que es de 9 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería).

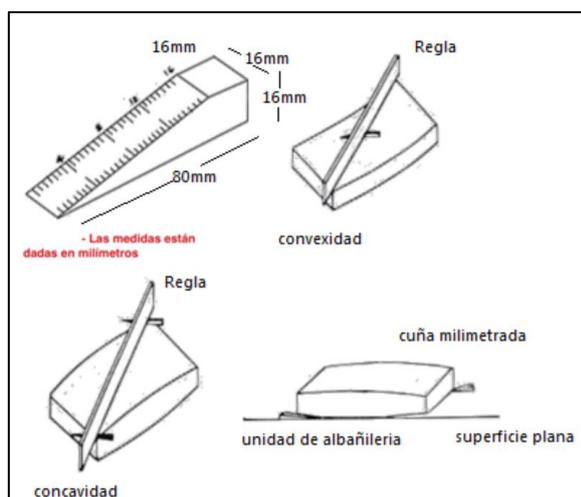
$$\%V = \frac{DN-DP}{DN} X 100$$

Dónde:

**% V** : Variación de dimensión en porcentaje

**DN** : Dimensión nominal

**DP** : Dimensión promedio de cada dimensión (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería).

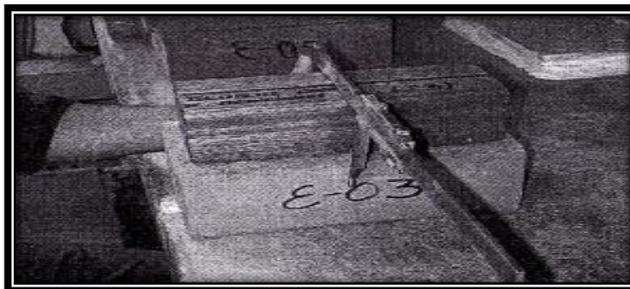


(Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería).

## VARIACIÓN DIMENSIONAL.

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 10 mm), la resistencia a compresión de la albañilería disminuye en un 15 %; asimismo, disminuye la resistencia al corte. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

En la unidad se miden las tres dimensiones: largo x ancho x altura (L x B x H), en milímetros. El largo y el ancho se refieren a la superficie de asiento. Es importante mencionar que las dimensiones nominales (comerciales) usualmente incluyen 10 mm de junta.



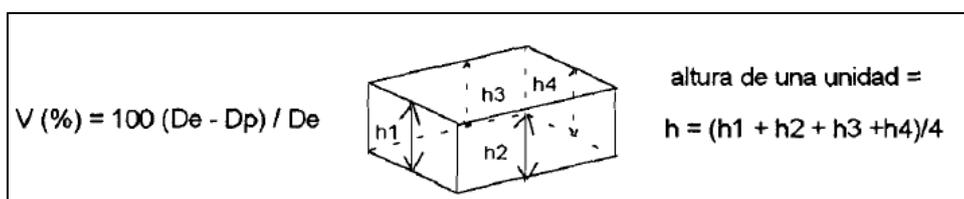
(FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

**DESCRIPCIÓN: Prueba de variación dimensional.**

La manera como se calcula la variación dimensional (V) es:

La dimensión de cada arista espécimen (D=l, b, h) se toma como el promedio de cuatro medidas en mm en la parte media de cada cara.

Luego, por cada arista, se calcula el valor promedio (Dp) de toda la muestra; este valor se resta de la dimensión especificada por el fabricante (De) y luego se divide entre "De".



(FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

**DESCRIPCIÓN: Forma de medición de unidades de albañilería.**

#### **2.5.4 ALABEO**

El efecto es semejante al de la variación de dimensiones. (Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 117).

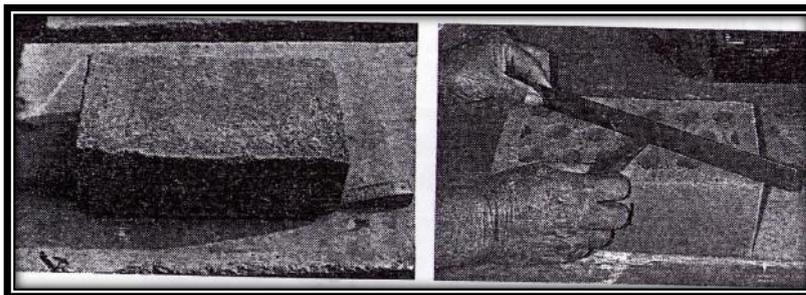
#### **ALABEO.**

El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

Esta prueba se realiza colocando la superficie de asiento de la unidad sobre una mesa plana, para luego introducir una cuña metálica graduada al milímetro en la zona más alabeada; también debe colocarse una regla que conecte los extremos diagonalmente opuestos de la unidad, para después introducir la cuña en el punto de mayor deflexión. El resultado promedio se expresa en milímetros. (FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

#### **ALABEO**

Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613. (FUENTE: NORMA E-070 ALBAÑILERIA)



(FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011).

**DESCRIPCIÓN: Prueba de alabeo.**

### **2.5.5 ABSORCIÓN**

Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a las Normas NTP 399.604 y 399.1613.

### **2.5.6 SUCCIÓN**

La succión es la medida de la avidez de agua de la unidad de albañilería en la cara de asiento y es una de las características fundamentales para definir la relación mortero-unidad en la interface de contacto, y, por lo tanto, la resistencia a tracción de la albañilería. (Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 117).

## SUCCIÓN

Es la medida de la rapidez del agua a adherirse a la unidad en la cara de asiento y es la característica fundamental para definir la relación de mortero - unidad en la inter fase de contacto y por lo tanto la resistencia a la tracción de la albañilería. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería).

Puesto que cuando la unidad tiene demasiada succión al colocar el mortero esta absorbe el agua de él haciendo que se deforme y se endurezca lo que impide el contacto total con la siguiente unidad. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

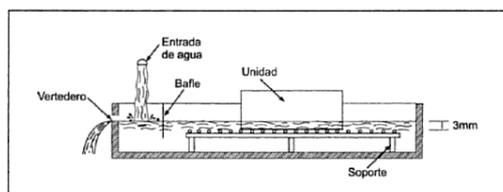
$$\text{Succion} = \frac{(P_{su} - P_{se}) \times 200}{A}$$

Dónde:

$P_{su}$ : Peso de unidad en succión

$P_{se}$ : Peso de unidad en seco.

$A$ : Área de contacto de la unidad.



(Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 123).

DESCRIPCIÓN: Disposición para el ensayo de succión.

# CAPÍTULO III

## **CAPÍTULO III:**

### **PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **3.1 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA**

La unidad de albañilería conocido como ladrillo o bloque, es el componente básico para la construcción de la albañilería. Actualmente tenemos variedad de estas, por lo que se ve la necesidad de establecer clasificaciones de acuerdo a sus principales propiedades. Es importante recalcar que el comportamiento sísmico de nuestras edificaciones dependerá en su mayoría de la calidad de materiales empleados y el procedimiento constructivo adecuado. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

Esta unidad se elabora de materias primas diversas: arcilla, de concreto de cemento portland, y la mezcla de sílice y cal; entre las principales. Y también varía el modo constructivo pues existen métodos de mezcla como, el de compactación o de extrusión; así como por fabricación industrial o en situación precaria. Por todos estos aspectos no es extraño que las dimensiones, formas, y su propio peso tengan variedad, haciendo que la calidad de la unidad también este entre un pésimo y excelente. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

### **3.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

- **POR SUS DIMENSIONES**

#### **LOS LADRILLOS:**

Tienen la característica principal a su peso y sus dimensiones pequeñas que hace que se pueda manejar con una sola mano en el proceso de asentado. Una pieza tradicional debe tener un ancho de 11cm a 14cm un largo de 23cm a 29cm y una altura de 6cm a 9cm; con un peso oscilante de 3kg a 6kg. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

#### **LOS BLOQUES:**

A diferencia están hechos para ser manejados por las dos manos y puede llegar a pesar hasta los 15 kilogramos su ancho no está determinado pues variara por los alveolos o huecos que tienen para ser manejados claro que también son usados para la armadura o el concreto líquido. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

- **POR SU MATERIA PRIMA Y FABRICACIÓN-**

- **Existen por la materia prima tres tipos:** de arcilla de Sílice - Cal y de Concreto. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)
- **Existen por la fabricación dos tipos:** los artesanales y los industriales. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

- **POR SUS ALVEOLOS-**

Esta clasificación se basa en el área neta de la unidad respecto a la superficie bruta. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería).

- **Solidas o macizas:** los alveolos están necesariamente perpendicular a la cara del asiento que ocupan un área no mayor al 30% del área bruta por lo cual para ser solido aún puede tener alveolos En la aplicación de este tipo se considera para todas las propiedades las de la sección bruta como el área modulo resistente y la inercia calculados en función del espesor y largo de la unidad sin tener en cuenta los alveolos Generalmente las unidades artesanales son macizas por la facilidad de su fabricación mientras que las que tienen alveolos son hechos en fábrica(Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

- **Alveolares o huecas:** a diferencia de las sólidas los alveolos exceden el 30% del área bruta y en estas se puede rellenar con concreto líquido En la aplicación de este tipo se considera para las propiedades las de la sección neta Existen las perforadas dentro de esta categoría que se caracterizan por tener alveolos reducidos no pueden ser rellenos ni armados. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)
- Tubulares: tienen los alveolos paralelos a la cara de asiento El tamaño de los alveolos será en relación al área bruta de la cara lateral. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

### 3.1.2 PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA:

Propiedades Físicas: que tiene que ver con la resistencia de la albañilería serán:

- Resistencia a la Compresión
- A la Tracción medida como tracción por flexión
- Variabilidad dimensional
- Alabeos
- Succión
- y Textura de la cara de asiento (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería).

Propiedades Mecánicas: que tiene que ver con la durabilidad de la albañilería serán:

- Resistencia a la Compresión
- Densidad
- Absorción
- Coeficiente de Saturación (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería).

Las unidades de albañilería deben de cumplir con los requisitos y exigencias mínimas especificados por la Norma E070 de Albañilería.

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.

### **Limitaciones en su aplicación**

1. El uso o aplicación de unidades de albañilería está condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en NTE E.030 Diseño Sismo resistente. FUENTE: NORMA TECNICA E070 DE ALBAÑILERÍA.

### 3.1.3 CLASIFICACIÓN DE LA UNIDAD PARA FINES ESTRUCTURALES

Para esta clasificación existen tres ensayos importantes quienes nos indicaran que tipo de ladrillo se está usando.

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD 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 (kg/cm <sup>2</sup> ) 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 <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 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. FUENTE: NORMA TECNICA E070 DE ALBAÑILERÍA.

### **3.1.4 CLASIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA**

El ladrillo se clasificará en cinco tipos de acuerdo a sus propiedades (Ver Tabla 1 y Tabla 2).Fuente: ITINTEC 331.017

**Tipo I.-** Resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas. Fuente: ITINTEC 331.017

**Tipo II.-** Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas. Fuente: ITINTEC 331.017

**Tipo III.-** Resistencia y durabilidad media. Apto para construcciones de albañilería de uso general. Fuente: ITINTEC 331.017

**Tipo IV.-** Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas. Fuente: ITINTEC 331.017

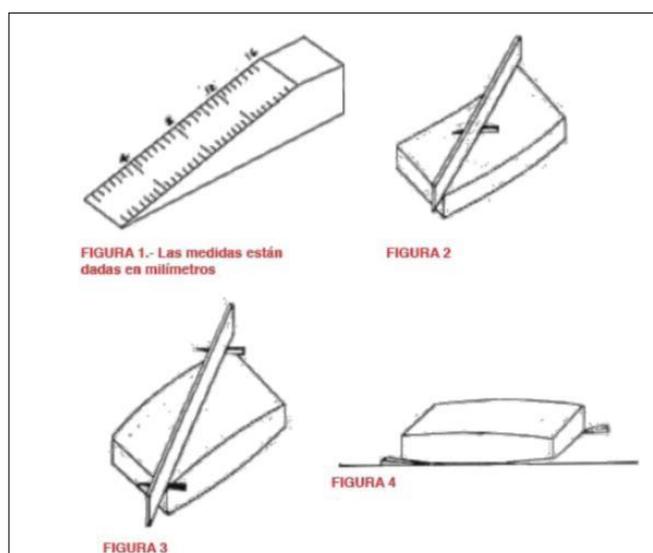
**Tipo V.-** Resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas. Fuente: ITINTEC 331.017

- **VARIABILIDAD DIMENSIONAL:** La variabilidad dimensional define la altura de las hiladas ya que se manifiesta con mayores variaciones en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo necesaria por adhesión que es de 9 a 12 mm conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

$$\%V = \frac{DN-DP}{DN} \times 100$$

**Dónde:**

- % V : Variación de dimensión en porcentaje  
DN : Dimensión nominal  
DP : Dimensión promedio de cada dimensión



(Fuente: H. Gallegos, C Casabone. Albañilería estructural pág. 75)

**DESCRIPCIÓN:** medición del alabeo (concavidad y convexidad) en la unidad de albañilería.

- **ALABEO:** El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta. Así mismo puede disminuir el área de contacto con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad por el peso existente en las hiladas superiores de la albañilería. Esta prueba se realiza colocando la superficie de asiento de la unidad sobre una mesa plana para luego introducir una cuña metálica graduada al milímetro en la zona más alabeada; también debe colocarse una regla metálica que conecte los extremos diagonalmente opuestos de la unidad para después introducir la cuña en el punto de mayor deflexión. El resultado promedio se expresa en milímetros. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

### 3.2 ENSAYOS

#### 3.2.1 VARIACIÓN DIMENSIONAL

##### LADRILLERA "LA VILLA"

$$\%V = \frac{DN-DP}{DN} \times 100$$

DN =	L	H	A
	24	9	14

Muestra	LADRILLERA "LA VILLA"													
	L(cm)		Lprom	V.D	H(cm)				Hprom	V.D	A(cm)		Aprom	V.D
	1	2			1	2	3	4			1	2		
1	24,4	24,5	24,45	-1,88	9,8	9,9	9,7	9,8	9,8	-8,89	14,6	14,7	14,65	-5,00
2	24,4	24,5	24,45	-1,88	9,8	9,5	9,6	9,7	9,65	-7,22	14,4	14,5	14,45	-3,57
3	24,4	24,5	24,45	-1,88	9,8	9,7	9,6	9,6	9,675	-7,50	14,7	14,6	14,65	-4,29
4	24,4	24,5	24,45	-1,88	9,4	9,5	9,7	9,6	9,55	-6,11	14,7	14,6	14,65	-4,29
5	24,4	24,5	24,45	-1,88	9,9	9,8	9,7	9,6	9,75	-8,33	14,4	14,5	14,45	-3,57
<b>Promedio</b>			24,45	-1,88					9,69	-7,61			14,57	-4,14

(FUENTE: PROPIA)

##### LADRILLERA "LATESA"

$$\%V = \frac{DN-DP}{DN} \times 100$$

DN =	L	H	A
	24	9	14

Muestra	LADRILLERA "LATESA"													
	L(cm)		Lprom	V.D	H(cm)				Hprom	V.D	A(cm)		Aprom	V.D
	1	2			1	2	3	4			1	2		
1	24,9	24,6	24,75	-3,13	9,9	10	10,1	10,2	10,05	-11,67	14,8	15	14,90	-7,14
2	25	25,1	25,05	-4,38	10,1	10,1	10	10	10,05	-11,67	14,9	15	14,95	-7,14
3	25	25,7	25,35	-5,63	9,9	10	9,9	9,9	9,925	-10,28	14,9	15	14,95	-7,14
4	25,9	24,7	25,3	-5,42	10,4	10,5	10,3	10,2	10,35	-15,00	14,9	15	14,95	-7,14
5	24,7	24,8	24,75	-3,13	10	9,8	9,9	9,9	9,9	-10,00	14,9	15	14,95	-7,14
<b>Promedio</b>			25,04	-4,33					10,06	-11,72			14,94	-7,14

(FUENTE: PROPIA)



**Foto N° 3.1:** Medí el lado de las unidades de albañilería con la ayuda de una regla.



**Foto N° 3. 2:** Se tomó 5 muestras de la ladrillera “LA VILLA”



**Foto Nº 3.3:** Se tomó 5 muestras de la ladrillera “LATESA”

### **3.2.2 ALABEO**

#### **- PROCEDIMIENTO**

##### **Medición de concavidad:**

- Se coloca el borde recto de la regla ya sea longitudinalmente o sobre una diagonal de una de las caras mayores del ladrillo.
- Se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima.
- Se efectúa la lectura con la precisión de 1 mm y se registra al valor obtenido. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería).

### **MEDICIÓN DE CONVEXIDAD:**

- Se coloca el borde recto de la regla sea sobre una diagonal o bien sobre dos aristas opuestas de una de las caras mayores del ladrillo. Se introduce en cada vértice una cuña y se busca el punto de apoyo de la regla sobre la diagonal, para el cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería).
- Se apoya el ladrillo por la cara a medir sobre una superficie plana, se introduce cada una de las cuñas en dos vértices opuestos diagonalmente o en dos aristas, buscando el punto para el cual ambas cuñas se obtenga la misma medida. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería).

### **DATOS DE ALABEO**

LADRILLERA "LA VILLA"						
Muestra	CARA SUPERIOR mm		C.Superior mm	CARA INFERIOR mm		C.Inferior mm
1	4	1,3	2	2,3	1,2	1,75
2	3,5	1,5	1,9	2,3	2,5	2,4
3	5	1,2	2,3	1,2	1,6	1,4
4	5	1,5	2,1	1,3	2,5	1,9
5	3	1,9	1,3	2	3	2,5
<b>Promedio</b>			<b>1,92</b>			<b>1,99</b>

(FUENTE: PROPIA)

### **LADRILLERA "LA VILLA"**

**INTERPRETACIÓN:** De acuerdo a los datos obtenidos el máximo alabeo obtenido es de 1.99mm, clasificándolo como de tipo III.

LADRILLERA "LATESA"						
Muestra	CARA SUPERIOR mm		C.Superiormm	CARA INFERIOR mm		C.Inferior mm
	1	2		1	2	
1	2	2,1	2,05	2	2	2
2	1,9	1	1,45	1	1,8	1,4
3	1,8	1,9	1,85	2	1,8	1,9
4	1,9	2,1	2	2,2	2,1	2,15
5	1,8	1	1,4	2,2	2,3	2,25
<b>Promedio</b>			<b>1,75</b>			<b>1,94</b>

(FUENTE: PROPIA)

### LADRILLERA "LATESA"

**INTERPRETACIÓN:** De acuerdo a los datos obtenidos el máximo alabeo obtenido es de 1.94mm, clasificándolo como de tipo I.

### CLASIFICACIÓN

Muestra	LADRILLERA "LA VILLA"													
	L(cm)		Lprom	V.D	H(cm)				Hprom	V.D	A(cm)		Aprom	V.D
	1	2			1	2	3	4			1	2		
1	24,4	24,5	24,45	-1,88	9,8	9,9	9,7	9,8	9,8	-8,89	14,6	14,7	14,65	-5,00
2	24,4	24,5	24,45	-1,88	9,8	9,5	9,6	9,7	9,65	-7,22	14,4	14,5	14,45	-3,57
3	24,4	24,5	24,45	-1,88	9,8	9,7	9,6	9,6	9,675	-7,50	14,7	14,6	14,65	-4,29
4	24,4	24,5	24,45	-1,88	9,4	9,5	9,7	9,6	9,55	-6,11	14,7	14,6	14,65	-4,29
5	24,4	24,5	24,45	-1,88	9,9	9,8	9,7	9,6	9,75	-8,33	14,4	14,5	14,45	-3,57
<b>Promedio</b>			<b>24,45</b>	<b>-1,88</b>					<b>9,69</b>	<b>-7,61</b>			<b>14,57</b>	<b>-4,14</b>

(FUENTE: PROPIA)

Muestra	LADRILLERA "LATESA"													
	L(cm)		Lprom	V.D	H(cm)				Hprom	V.D	A(cm)		Apron	V.D
	1	2			1	2	3	4			1	2		
1	24,9	24,6	24,75	-3,13	9,9	10	10,1	10,2	10,05	-11,67	14,8	15	14,90	-7,14
2	25	25,1	25,05	-4,38	10,1	10,1	10	10	10,05	-11,67	14,9	15	14,95	-7,14
3	25	25,7	25,35	-5,63	9,9	10	9,9	9,9	9,925	-10,28	14,9	15	14,95	-7,14
4	25,9	24,7	25,3	-5,42	10,4	10,5	10,3	10,2	10,35	-15,00	14,9	15	14,95	-7,14
5	24,7	24,8	24,75	-3,13	10	9,8	9,9	9,9	9,9	-10,00	14,9	15	14,95	-7,14
<b>Promedio</b>			<b>25,04</b>	<b>-4,33</b>					<b>10,06</b>	<b>-11,72</b>			<b>14,94</b>	<b>-7,14</b>

(FUENTE: PROPIA)

## CLASIFICACIÓN

### LADRILLERA "LA VILLA"

- Debido a la variación de dimensiones en altura ( $V\% = -7.61$ ), el ladrillo es de tipo I.
- Debido a la variación de dimensiones en ancho ( $V\% = -4.14$ ), el ladrillo es de tipo I.
- Debido a la variación de dimensiones en largo ( $V\% = -1.88$ ), el ladrillo es de tipo I.
- Respecto al alabeo (1.96 milímetros) el ladrillo es de tipo I.

## **CLASIFICACIÓN**

### **LADRILLERA "LATESA"**

- Debido a la variación de dimensiones en altura ( $V\% = -11.72$ ), el ladrillo es de tipo III.
- Debido a la variación de dimensiones en ancho ( $V\% = -7.14$ ), el ladrillo es de tipo III.
- Debido a la variación de dimensiones en largo ( $V\% = -4.33$ ), el ladrillo es de tipo III.
- Respecto al alabeo (1.85 milímetros) el ladrillo es de tipo III.

### **3.2.3 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

- Constituida por 5 medios ladrillos secos los cuales ha sido cortado perpendicularmente a lo largo del espécimen El corte se hará por cualquier que no lo destroce y que dé superficies planas y paralelas.

**Recubrimiento de la muestra:** Si las caras del espécimen presentan irregularidades se rellena con una capa de Yeso.

## RECUBRIMIENTO CON YESO



**Foto N° 3.4:** Se utilizó un recubrimiento de 1cm con yeso con la finalidad de cubrir las irregularidades y distribuir uniformemente las cargas.



**Foto N° 3.5:** Se sometió a compresión una unidad de albañilería con la finalidad de ver cuánto resisten las mismas.

**DATOS Y RESULTADOS:**

**LADRILLERA "LA VILLA"**

LADRILLERA "LA VILLA"										
Muestra	Ancho (cm)		Ancho(cm)	Altura (cm)		Largo(cm)	Area(cm2)	Pu Klb	Pu(kg)	f'b(kg/cm2)
	a1	a2	ap	h1	h2	lp				
1	14,40	14,50	14,45	9,60	9,70	9,65	139,44	25,00	11350,00	81,40
2	14,70	14,70	14,70	9,60	9,70	9,65	141,86	25,50	11577,00	81,61
3	14,70	14,50	14,60	9,60	9,70	9,65	140,89	24,90	11304,60	80,24
4	14,70	14,60	14,65	9,60	9,70	9,65	141,37	24,50	11123,00	78,68
5	14,60	14,70	14,65	9,80	9,90	9,85	144,30	25,00	11350,00	78,65
									Promedio	80,12
									s: Desv. Est.	1,42
									f'b	78,69
									CV:Coef. de var. %	1,78

(FUENTE: PROPIA)

**LADRILLERA "LATESA"**

LADRILLERA "LATESA"										
Muestra	Ancho (cm)		Ancho(cm)	Altura (cm)		Largo(cm)	Area(cm2)	Pu Klb	Pu(kg)	f'b(kg/cm2)
	a1	a2	ap	h1	h2	lp				
1	14,90	14,80	14,85	9,90	9,90	9,90	147,02	60,00	27240,00	185,29
2	14,50	14,90	14,70	9,90	10,00	9,95	146,27	55,50	25197,00	172,27
3	16,00	15,90	15,95	10,00	9,90	9,95	158,70	60,50	27467,00	173,07
4	15,00	14,90	14,95	10,40	10,40	10,40	155,48	57,00	25878,00	166,44
5	15,00	15,10	15,05	10,00	9,90	9,95	149,75	58,50	26559,00	177,36
									Promedio	174,89
									s: Desv. Est.	7,00
									f'b	167,89
									CV:Coef. de var. %	4,00

(FUENTE: PROPIA)

### 3.2.4 PORCENTAJE DE VACIOS

Para clasificar las unidades de albañilería de acuerdo al % de vacíos tenemos las siguientes definiciones:

- a) **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. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)



(FUENTE: ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, FEBRERO DE 2011)

- b) **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. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)



(FUENTE: PROPIA)

**Del análisis alveolar:**

LADRILLERA "LA VILLA"					
Muestra	1	2	3	4	5
Área Bruta(cm2)	358,19	353,30	358,19	358,19	353,30
Área Vacíos(cm2)	82,58	82,55	82,57	82,55	82,58
Área Neta(cm2)	244,07	239,19	244,07	244,09	239,17
Área Neta (%)	68,14	67,70	68,14	68,15	67,70
Clasif. De Unidad	HUECO	HUECO	HUECO	HUECO	HUECO

(FUENTE: PROPIA)

LADRILLERA "LATESA"					
Muestra	1	2	3	4	5
Área Bruta(cm2)	368,78	374,50	384,22	378,24	370,01
Área Vacíos(cm2)	114,12	114,11	114,12	114,10	114,13
Área Neta(cm2)	254,66	260,39	270,10	264,14	255,88
Área Neta (%)	69,05	69,53	70,30	69,83	69,16
Clasif. De Unidad	HUECO	HUECO	HUECO	HUECO	HUECO

(FUENTE: PROPIA)

**RESULTADO FINAL:** Las unidades clasifican como UNIDADES HUECAS.

- **NO CLASIFICATORIOS**

**3.2.5 ABSORCIÓN**



**Foto N° 3.6:** Se tomó el peso sin absorción



Foto N° 3.7: Se tomó el peso luego de la absorción

### 3.2.6 SUCCIÓN:

#### Procedimiento:



Foto N° 3.8: Se tomó la medida de las dimensiones y el peso de las unidades de albañilería.

### SUCCIÓN

### LADRILLERA "LA VILLA"

LADRILLERA "LA VILLA"										
Muestra	Ancho(cm)			Largo(cm)			Área(cm <sup>2</sup> )	Wseco (kg) Pse	Wsuccion(kg) Psu	Succión
	a1	a2	ap	l1	l2	lp				
1	14,6	14,6	14,6	24,4	24,4	24,4	356,24	3	3,1	56,14
2	14,8	14,7	14,75	24,2	24,3	24,25	357,6875	3,1	3,2	55,91
3	14,4	14,4	14,4	24,5	24,3	24,4	351,36	3	3,1	56,92
4	14,7	114,7	64,7	24,6	24,4	24,5	1585,15	3,1	3,2	12,62
5	14,7	14,6	14,65	24,5	24,4	24,45	358,1925	3,1	3,2	55,84
<b>Promedio</b>										<b>47,49</b>

(FUENTE: PROPIA)

### LADRILLERA "LATESA"

LADRILLERA "LATESA"										
Muestra	Ancho(cm)			Largo(cm)			Área(cm <sup>2</sup> )	Wseco (kg) Pse	Wsuccion(kg) Psu	Succión
	a1	a2	ap	l1	l2	lp				
1	14,9	14,9	14,9	25	25,2	25,1	373,99	3	3,1	53,48
2	14,9	15	14,95	25	25,1	25,05	374,4975	3	3,1	53,40
3	14,8	14,8	14,8	24,8	24,8	24,8	367,04	3	3,1	54,49
4	14,9	15	14,95	25	25,2	25,1	375,245	3	3,1	53,30
5	14,9	14,9	14,9	25,1	14,9	20	298	3	3,1	67,11
<b>Promedio</b>										<b>56,36</b>

(FUENTE: PROPIA)

### 3.3 ENSAYO DE PILAS A COMPRESIÓN AXIAL

#### LADRILLO KING KONG DE 18 HUECOS (H=9CM)

El espécimen para determinar la resistencia a la compresión de la albañilería (pilas) está prácticamente estandarizado a nivel mundial y consiste en prismas de unidades asentadas una sobre otra. La junta de concreto también debe ser controlada, la norma permite una junta de 1.5cm. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

#### I. OBJETIVO:

- Comprobar la resistencia a compresión Axial de las pilas de albañilería usando el tipo KING KONG DE 18 HUECOS (9\*14\*24) de las ladrilleras: "LA VILLA" y "LATESA", de manera empírica por efectos de esbeltez, mediante ensayos en el laboratorio.
- Interpretar el esfuerzo ( $f'm$ ) encontrado empíricamente.
- Determinar la forma de falla de las pilas e interpretarlas.

#### II. NORMATIVIDAD

**El ensayo siguió el procedimiento de:**

RNE E-070 ALBAÑILERIA, Capítulo 5: **RESISTENCIA DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA**, NTP 399.605 (Referencia 5), UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas.

### **III. SUSTENTO CIENTÍFICO – TÉCNICO**

El ensayo se realiza en una máquina universal de compresión, aplicando un ritmo de carga controlado, hasta que el espécimen no admite más carga. El resultado del ensayo se obtiene de dividir esta carga última entre el área del testigo. Esta área será la bruta para prismas de unidades sólidas o de unidades huecas rellenas con concreto líquido o de unidades tubulares. El área será la neta para unidades huecas (sin relleno de concreto líquido) o perforadas. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

- **Pilas de albañilería**

Las pilas de albañilería son prismas compuestos por dos o más unidades de albañilería (ladrillos) enteras asentadas una sobre otro mediante mortero. La altura de los prismas no debe ser excesiva a fin de facilitar su construcción almacenaje y transporte desde la obra hacia el laboratorio. Estas pilas a la edad de 28 días son ensayadas a compresión axial y los resultados se utilizan para diseñar estructuralmente los muros de los edificios y para controlar la calidad de la albañilería en la construcción. Sin embargo la resistencia característica a compresión axial de las pilas ( $f'm$ ) depende de la esbeltez que es la relación que existe entre la altura y el espesor del prisma (figura 11). La norma anterior de albañilería E070 (ININVI 1982) y la actual Norma Técnica de Edificación E070 Albañilería (SENCICO 2004) establecen un valor nominal de esbeltez igual a 5. Además establecen coeficientes de corrección para esbelteces menores que cinco. Estos coeficientes son los mismos en ambas normas y se aplican multiplicando a la resistencia a compresión axial obtenida del ensayo para de este modo estimar la resistencia que se obtendría con la esbeltez. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

- **COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE  $f'm$  POR ESBELTEZ**

## ESPECIFICADAS POR LAS NORMAS DE ALBAÑILERÍA

Las normas de albañilería a simple vista establecen diferentes coeficientes de corrección de  $f'm$  por esbeltez esto se debe principalmente a que cada norma toma un valor nominal de esbeltez diferente. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

La norma peruana SENCICO 2004 establece una esbeltez nominal igual a 5 con la finalidad de que los platos de carga del equipo de ensayo no influyan en la zona central de la albañilería restringiendo su expansión lateral.

Entonces para poder comparar los coeficientes de corrección de  $f'm$  por esbeltez de las diferentes normas se normalizará a una esbeltez igual a 5. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

A continuación se presentan los coeficientes dados por las diversas normas de albañilería. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

- **NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E070 ALBAÑILERÍA**

La norma peruana NTE E-070 establece que las pilas de albañilería no tendrán menos de 3 hiladas o 40 cm de altura (lo que sea mayor) y tendrán una relación altura entre espesor (esbeltez) no menor de 2 ni mayor que 5 de preferencia se debe utilizar una esbeltez igual a 5.

Para corregir el valor de  $f'm$  se debe multiplicar por un coeficiente que depende de la esbeltez del prisma que se muestra a continuación.

<b>FACTORES DE CORECCIÓN DE <math>f'm</math> POR ESBELTEZ. SENCICO 2004</b>						
<b>Esbeltez</b>	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
<b>Factor (*)</b>	0.73	0.80	0.86	0.95	0.98	1.00

- **NORMA TÉCNICA PERUANA 339.613.2003 MÉTODO DE ENSAYO**

**PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA**

Esta norma peruana adopta los mismos coeficientes de corrección de  $f'm$  por esbeltez la misma esbeltez nominal el mismo número de prismas a ensayar y el mismo rango de esbelteces que la norma AST C1314 que se verá posteriormente.

- **NORMA CHILENA OFICIAL NCH.2123.OF.97**

La norma chilena, en el anexo B de NCh.1928: Confección y

Ensayo de Prismas de Albañilería, indica:

- Espesor: El espesor del prisma debe ser igual al espesor de los muros y vigas de la estructura.
- Longitud: La longitud del prisma debe ser mayor o igual a la longitud de la unidad de albañilería.
- Altura: La altura del prisma debe cumplir con las siguientes condiciones:
- Incluir un mínimo de tres hiladas.
- El coeficiente entre la altura y el espesor debe ser mayor o igual a 3.

Además, se tiene que construir 5 pilas para poder determinar el valor de  $f'm$ .

- **NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y SISMORESISTENTE (NSR - 1998).**

La norma colombiana establece ensayar 3 pilas de albañilería para hallar el valor de  $f'm$  usando una relación altura - espesor mayor que 15 y menor que 5 Además los prismas deben tener un mínimo de 300 mm de altura.

Los coeficientes de corrección por esbeltez dados en esta norma están normalizados a una esbeltez igual a 2.

- **NORMAS TÉCNICAS MEXICANAS COMPLEMENTARIAS PARA**

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA.

Estas normas establecen el ensayo de 9 pilas como mínimo para obtener el valor de  $f'm$ . Además las pilas deben estar conformadas por lo menos por tres unidades de albañilería La relación altura a espesor de la pila está comprendida entre 2 y 5 Los coeficientes de corrección por esbeltez están normalizados a una esbeltez de 4 por lo que se procede a normalizarlos hacia una esbeltez de 5 para compararlos con los valores especificados por la norma peruana E-070.

FACTORES DE CORRECCIÓN DE $f'm$ POR ESBELTEZ - NORMA MEXICANA				
Relación altura a espesor de la pila	2.0	3.0	4.0	5.0
Factor correctivo	0.75	0.90	1.00	1.05
Factor Normalizado (*)	0.71	0.86	0.95	1.00

- **BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR MASONRY STRUCTURES REPORTED BY THE MASONRY STANDARDS JOINT COMMITTEE.**

El comité del ACI también toma los coeficientes de corrección de  $f'm$  por esbeltez de la Norma ASTM C1314.

- **STANDARD TEST METHOD FOR CONSTRUCTING AND**

## TESTING MASONRY PRISMS USED TO DETERMINE COMPLIANCE WITH SPECIFIED COMPRESSIVE STRENGTH OF MASONRY.

En esta norma se establece que el número mínimo de pilas a ensayar para obtener el valor de  $f'm$  es 3 Además cada prisma debe tener una altura mínima de 2 unidades con una relación altura-espesor comprendida entre 1.3 y 5.0.

Los valores de corrección por esbeltez según la norma ASTM C1314 están normalizados a una esbeltez de 2 por lo que se procedió a normalizarlos hacia una esbeltez de 5 para compararlos con los valores de la norma peruana E-070.

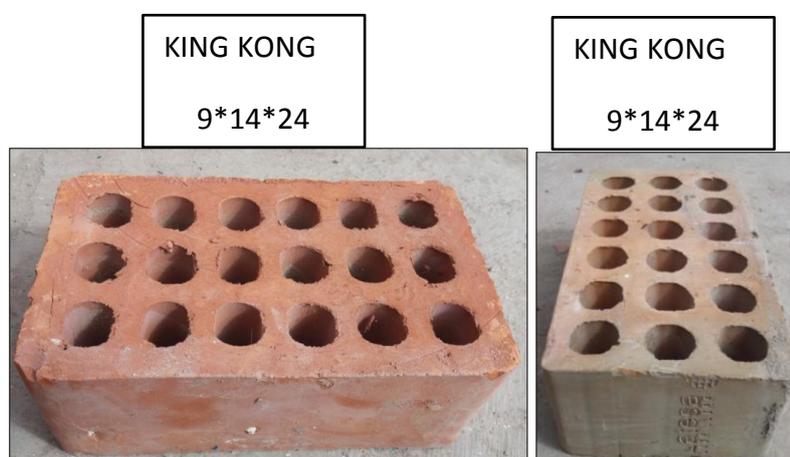
FACTORES DE CORRECCIÓN DE $f'm$ POR ESBELTEZ - NORMA ASTM C1314							
<b>Esbeltez</b>	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
<b>Factor</b>	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22
<b>Factor Normalizado(*)</b>	0.61	0.70	0.82	0.85	0.88	0.94	1.00

#### IV. MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

## 1. MATERIALES:

- **LADRILLOS DE ARCILLA**

Se utilizó ladrillos de arcilla King Kong artesanal con perforaciones circulares perpendiculares a la cara de asiento, dimensiones nominales 9\*14\*24 cm. Producidos industrialmente por las fábricas "LA VILLA" y "LATESA". Se realizó una selección de las unidades, eliminando aquellas que presentaban deterioros, ara sí evitar la distorsión de resultados por este parámetro.



**Foto N° 3.9:** Unidades de albañilería de las dos ladrilleras con sus respectivas medidas.

Se optó por utilizar unidades de esta procedencia porque son de uso frecuente en el mercado de la construcción de nuestra Región. Las especificaciones técnicas de los ladrillos indicadas por el fabricante son las siguientes:

### **Ladrillera "LA VILLA"**

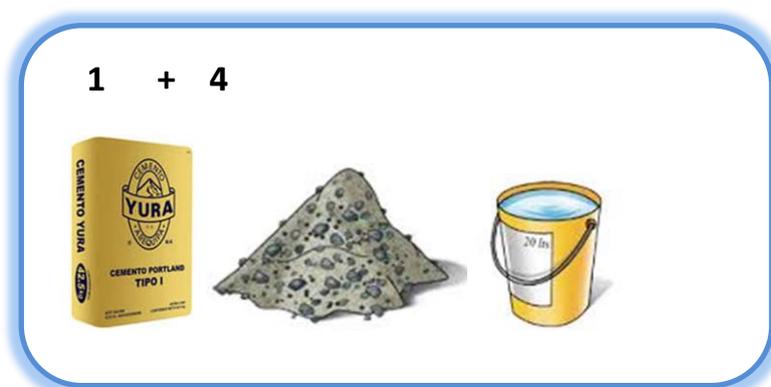
CARACTERÍSTICA	VALOR
Medidas	9 x 14 x 24cm
Peso	3.5 Kg.
Rendimiento	Soga: 34 Und./m2 Cabeza: 56 Und. /m2 Canto: 25 Und. /m2

### Ladrillera "LATESA"

CARACTERÍSTICA	VALOR
Medidas	9 x 14 x 24cm
Peso	3.5 Kg.
Rendimiento	Soga: 34 Und./m2 Cabeza: 56 Und. /m2

### 3.3.1 MORTERO

El mortero tiene como finalidad adherir las unidades, absorbiendo todas las irregularidades de éstas, así como sellar las juntas contra la penetración del aire y de la humedad.



Para asentar las unidades de las pilas se utilizó mortero en las siguientes proporciones volumétricas:

- Cemento – arena      1:35
- Cemento – arena      1:4
- Cemento – arena      1:45

Para elaborar el mortero se utilizaron los siguientes materiales.

### 3.3.2 CEMENTO

Se utilizó el cemento Puzolánico Portland Tipo IP. Que cuenta con las siguientes características:

TABLA 2.9. Especificaciones físicas y mecánicas para el cemento Portland YURA tipo 1P.

DESCRIPCIÓN	ASTMC 595	YURAIIP	UNIDAD
Peso específico	No especificada	2.84	Kg/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la compresión			
A 1 día	No especificada	122.0	Kg/cm <sup>2</sup>
A 3 días	127 min.	195.0	Kg/cm <sup>2</sup>
A 7 días	197	254.0	Kg/cm <sup>2</sup>
A 28 días	246	330.0	Kg/cm <sup>2</sup>
A 60 días	No especificada	399.0	Kg/cm <sup>2</sup>
Superficie específica Blaine	No especificada	416.0	M <sup>2</sup> /kg
Expansión en autoclave	0.50 máx.	0.003	%
Fraguado vicat inicial	45 min.	160	Minutos
Fraguado vicat final	7 máx.	3	Horas
Finura Malla # 325	No especificada	12	%

Finura Malla # 200	No especificada	2.5	%
Contenido de aire en el mortero	12 máx.	4.08	%

(Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería)

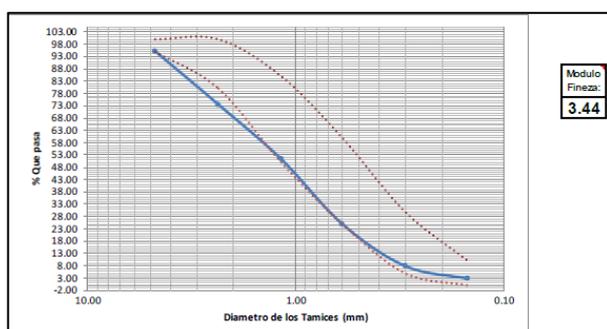
Son los parámetros establecidos por la norma.

### 3.3.3 ARENA

La arena gruesa que se utilizó para el asentado de las pilas fue tomada de dos canteras diferentes y estas son:

#### CANTERA HUAMPUTIO

Tamiz	Diametro (mm)	Peso Retenido	Peso retenido corregido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa Acumulado	Limites ASTM C-33
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100 a 100
Nº 4	4.75	39.00	39.00	4.85	4.85	95.15	95 a 100
Nº 8	2.36	174.00	174.50	21.64	26.49	73.51	80 a 100
Nº 16	1.18	178.00	178.50	22.14	48.63	51.37	50 a 85
Nº 30	0.60	212.00	213.00	26.37	75.00	25.00	25 a 60
Nº 50	0.30	137.00	137.00	17.04	92.04	7.96	5 a 30
Nº 100	0.15	42.00	42.00	5.22	97.26	2.74	0 a 10
CAZUELA	0.00	22.00	22.00	2.74	100.00	0.00	
		804.00	806.00	100.00			



El módulo de fineza que se obtuvo es alto, por consiguiente el agregado grueso de dicha cantera no es bueno.

#### **MÓDULO DE FINEZA:**

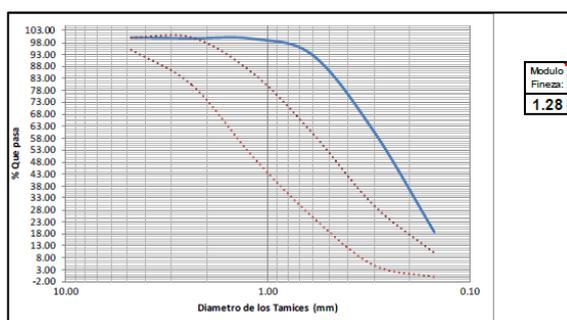
Que se define como la suma de los porcentajes acumulativos retenidos en los tamices de la serie estándar. El módulo de finura se puede considerar como el peso promedio de acuerdo con el tamaño del tamiz, en el cual se retiene el material, tomando en cuenta desde el tamiz más fino.

El módulo de finura da un indicio del posible comportamiento de una mezcla de concreto hecha con agregados de cierta granulometría.

**MF = 3.44**

### **CANTERA SAN SALVADOR PISAC**

Tamiz	Diametro (mm)	Peso retenido corregido	Peso retenido de combinacion	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa Acumulado	Limites ASTM C-33
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100 a 100
N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	95 a 100
N° 8	2.36	2.00	0.07	0.24	0.24	99.76	80 a 100
N° 16	1.18	2.00	0.07	0.24	0.49	99.51	50 a 85
N° 30	0.60	56.67	2.07	6.91	7.40	92.60	25 a 60
N° 50	0.30	259.66	9.50	31.67	39.06	60.94	5 a 30
N° 100	0.15	346.67	12.68	42.28	81.34	18.66	0 a 10
CAZUELA	0.00	153.00	5.60	18.66	100.00	0.00	
		820.00	30.00	100.00			



El módulo de finura que se obtuvo es bajo, por consiguiente el agregado grueso de dicha cantera es bueno.

### **MODULO DE FINEZA:**

Que se define como la suma de los porcentajes acumulativos retenidos en los tamices de la serie estándar. El módulo de finura se puede considerar como el peso promedio de acuerdo con el tamaño del tamiz, en el cual se

El módulo de finura da un indicio del posible comportamiento de una mezcla de concreto hecha con agregados de cierta granulometría.

$MF = 1.28$
-------------

### 3.3.4 BASE DE MORTERO DE YESO (CAPIN):

Se realiza para dar uniformidad a la cara superior e inferior de las pilas de albañilería, quedando de esta manera lisas. El fin que persigue este proceso es que las cargas se distribuyan uniformemente sobre las pilas.

El refrendado debe ser tan delgado como sea posible, su espesor debe ser aproximadamente 3 mm. Y no debe ser superior a 8 mm. El refrendado de pilas puede realizarse con Yeso de alta resistencia, o azufre y mortero de azufre. En mi caso para estos ensayos hice a base de mortero yeso (capeado).



**Foto N° 3.10:** Izquierda pilas con capping antes del ensayo a compresión, derecha verificando el espesor del capping.

#### **I. HERRAMIENTAS:**

- **Regla de 30cm**

Este instrumento fue utilizado para tomar las medidas de las pilas que van a ser ensayadas, de las cuales depende los resultados de los ensayos.

- **Cinta métrica**

Esta es utilizada para tomar medidas más grandes como la altura y el largo de las pilas.

## **II. EQUIPO:**

- **Máquina para ensayos a compresión.**

Cuenta una estructura a partir de cuatro columnas en Acero, lo cual la hace desarmable para facilitar su transporte. Cuenta con un sistema de rotula que facilita el empalme de la muestra de concreto a la máquina de compresión. El espacio interno de la maquina permite realizar el ensayo con muestras de altura hasta 350mm y un ancho de hasta 500mm facilitando el ensayo de diferentes testigos de concreto o en nuestro caso pilas de 240mm de ancho. Cuenta con un sistema de indicación digital de Fuerza en Lb y retención del dato más alto obtenido en el ensayo, su funcionamiento es netamente hidráulico y puede incrementar o disminuir la velocidad de aplicación de la fuerza.



**Foto N° 3.11:** Izquierda pilas con capping antes del ensayo a compresión, derecha verificando el espesor del capping.

### III. PROCEDIMIENTO.

Con el fin de determinar la resistencia a compresión axial de la albañilería ( $f'm$ ) se construyeron y ensayaron los especímenes denominados pilas.

#### 3.4 CONSTRUCCIÓN DE LAS PILAS

##### 3.4.1 RIEGO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA



**Foto N° 3.12:** Se regó con agua las unidades de albañilería 24 horas antes de la construcción de los prismas de albañilería, se procedió a regar los ladrillos de arcilla durante media hora.

La construcción se realizó, controlando el alineamiento horizontal mediante el nivel de mano, la altura con la wincha (cinta métrica) y la verticalidad con un nivel y plomada.

Las juntas son de: 1.4cm, 1.5cm, 1.6cm.



**Foto N° 3.13:** Los prismas se construyeron verificando su verticalidad con una plomada y un nivel de mano.

### **3.4.2 ASENTADO DE UNIDADES:**

Las unidades se asentaron una sobre otra con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizó presionando verticalmente las unidades sin bambolearlas.

El espesor de las juntas de mortero fueron de 1.4cm, 1.5 cm y 1.6am, se controló este espesor con una wincha(cinta métrica), previamente a esta cinta métrica se le hizo unas marcas que indican la altura de cada una de la hiladas a colocar.

### 3.4.3 ALMACENADO DE LOS PRISMAS.

Los prismas fueron almacenados a temperatura ambiente cuidando de que no estén sometidos a gradientes térmicas muy pronunciadas, lo ideal es ensayar los prismas a los 28 días pero por falta de ello la norma permite el ensayo a una edad de no menor de 14 días (edad de ensayo), por lo que se ensayó a los 21 días; para lo cual se puede emplear la siguiente tabla para la corrección del  $f'm$ .

<b>TABLA 8</b>			
<b>INCREMENTO DE <math>f'm</math> y <math>V'm</math> POR EDAD</b>			
	Edad	14 días	21 días
	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 E-070 ALBAÑILERIA).

## 3.5 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE COMPRESION AXIAL

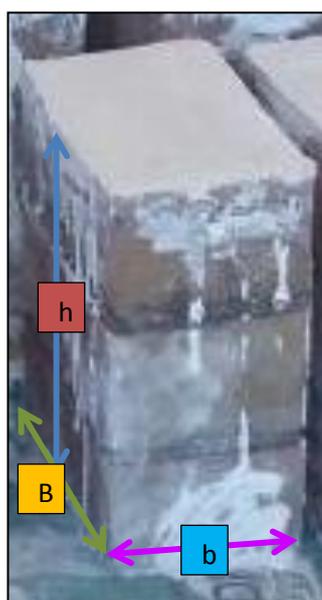
### 3.5.1 TRANSPORTE DE LAS PILAS

Con todos los prismas se tuvo mucho cuidado al momento de transportarlos solo se movieron para el proceso de "capear" una semana antes del ensayo y el mismo día del ensayo teniendo cuidado de no causar daños.

### 3.5.2 TOMA DE MEDIDAS PARA EL ENSAYO

Las pilas de albañilería antes de ser ensayadas fueron medidas. Se tomó la medida la altura, ya que el ancho y el largo de las pilas son iguales al ancho y largo de los ladrillos. La altura es la medida comprendida entre los bordes de la cara superior e inferior del prisma. Para determinar la altura se promediaron dos medidas provenientes de medir la altura en cada cara lateral del prisma.

La forma de medir la esbeltez es:



(FUENTE: Propia)

$$B > b \quad \text{Esbletez} > \frac{h}{b}$$

Dónde:

B: Largo de la pila de albañilería

b: Ancho de la pila de albañilería

h: Altura de la pila de albañilería

<b>TABLA 10</b>						
<b>FACTORES DE CORRECCIÓN DE <math>f'_m</math> POR ESBELTEZ</b>						
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

(Fuente: NORMA E-070 ALBAÑILERIA).

Según la Norma Técnica Peruana 339.613.2003 método de ensayo para la determinación de la resistencia a compresión de prismas de albañilería, esta norma peruana adopta los mismos coeficientes de corrección de  $f'_m$  por esbeltez la misma esbeltez nominal el mismo número de prismas a ensayar y el mismo rango de esbelteces que la norma AST C1314 establece.

### 3.5.3 CAPEADO DE LAS PILAS

Para eliminar las irregularidades de las superficies en contacto con el equipo de ensayo, se utilizó un capeado superior e inferior, el cual se hizo con yeso, este se realizó una semana antes del día del ensayo, para así evitar posibles problemas por falta de resistencia debido a un recubrimiento reciente. (FUENTE: PROPIA)

El capeado superior e inferior del prisma deben ser paralelos, además el espesor promedio de la capa de revestimiento no excederá de 3 mm, según el NTP 339.605. Método de Ensayos para la Determinación de la Resistencia en Compresión de Prismas de albañilería.

### 3.5.4 ENSAYO DE LAS PILAS EN LA MAQUINA DE COMPRESIÓN

Se procedió primeramente a una última limpieza de las pilas de albañilería con una brocha para retirar el polvo luego fueron trasladadas hacia el lugar del ensayo. (FUENTE: PROPIA)

Luego se limpiaron los platos de carga superior e inferior para eliminar posibles residuos de otros ensayos, para colocar el prisma encima del plato de carga inferior, después, se alineó los ejes centroidales del espécimen con el centro de la máquina de ensayo. (FUENTE: PROPIA)



Colocado de la planchas en ambas superficies de aplicación de las cargas, para asegurar que la transmisión de

**Foto N° 3.14:** Se realizó el colocado adecuado de las planchas.

Las pilas pueden ensayarse en una máquina universal o en una máquina de ensayo similar. El ensayo debe realizarse a velocidad uniforme, sin producir impactos, su duración debe estar comprendida entre 3 y 4 min o puede ejecutarse mediante el control de carga. En este procedimiento se efectuó el ensayo de pilas mediante control de carga

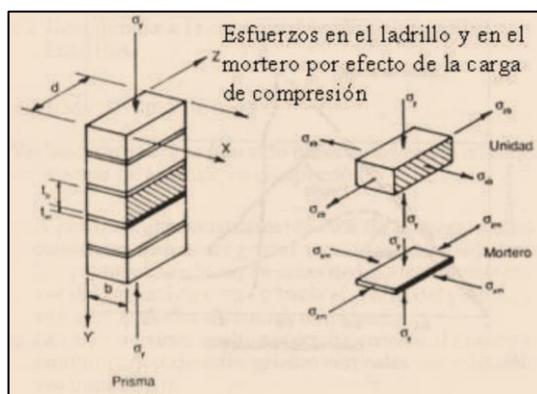


**Foto N° 3.15:** Colocado de las pilas en la máquina de compresión.



**Foto N° 3.16:** Pila colocada y centrada con los platos de la máquina.

- Se realizó este procedimiento para cada una de las 25 pilas realizadas.



(Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería).

#### 4 DATOS, CÁLCULOS Y RESULTADOS

##### 1. DATOS:

La siguiente tabla nos muestra los datos obtenidos en el laboratorio los cuales son: Longitud de cada pila medida 2 veces y así hallar un promedio de esta, el Espesor de cada una de las pilas también medido dos veces y sacar un promedio que represente este valor, la Altura que igualmente es representada por el promedio de sus dos mediciones y por último la Carga máxima soportada por la pila en libras.

### LADRILLERA "LA VILLA"

MEDIDA DE LAS PILAS ENSAYADAS EN LADRILLO KING KONG DE 18 HUECOS										
LADRILLERA "LA VILLA"										
Nº PILA	ESPESOR = 1.4cm y MORTERO = 1:35									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
1	24,4	24,5	24,45	14,6	14,7	14,65	29,1	29	29,05	60000
Nº PILA	ESPESOR = 1.4cm y MORTERO = 1:4									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
2	24,4	24,5	24,45	14,7	14,6	14,65	30,3	30,4	30,35	40000
3	24,4	24,5	24,45	14,7	14,6	14,65	30,5	30	30,25	42000
Nº PILA	ESPESOR = 1.5cm y MORTERO = 1:4									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
1	24,4	24,5	24,45	14,7	14,6	14,65	29,4	29,3	29,35	48000
Nº PILA	ESPESOR = 1.6cm y MORTERO = 1:4									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
2	24,4	24,5	24,45	14,7	14,6	14,65	30,6	30,4	30,5	38000
3	24,4	24,5	24,45	14,7	14,6	14,65	30,4	30,5	30,45	32500
Nº PILA	ESPESOR = 1.6cm y MORTERO = 1:45									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		

(FUENTE: PROPIA)

Dónde:

L : Longitud de la unidad.

t : Ancho de la unidad.

H : Alto de la pila de 3 unidades.

P : Carga aplicada en lb

### LADRILLERA "LATESA"

MEDIDA DE LAS PILAS ENSAYADAS EN LADRILLO KING KONG DE 18 HUECOS										
LADRILLERA "LATESA"										
Nº PILA	ESPESOR = 1.4cm y MORTERO = 1:35									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
1	24,9	24,6	24,75	14,8	15	14,9	29,3	29,1	29,2	57000
2	24,7	24,8	24,75	14,9	15	14,95	29	29,4	29,2	55000
Nº PILA	ESPESOR = 1.4cm y MORTERO = 1:45									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
1	25	25,7	25,35	14,9	15	14,95	29,5	29,3	29,4	57500
2	25,9	24,7	25,3	14,9	15	14,95	29,4	29,2	29,3	56000
Nº PILA	ESPESOR = 1.5cm y MORTERO = 1:35									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
1	25	25,7	25,35	14,9	15	14,95	30,9	30,8	30,85	52500
Nº PILA	ESPESOR = 1.5cm y MORTERO = 1:45									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
1	24,9	24,6	24,75	14,8	15	14,9	29,7	29,8	29,75	62500
2	25	25,1	25,05	14,9	15	14,95	29,6	29,7	29,65	55500
Nº PILA	ESPESOR = 1.6cm y MORTERO = 1:35									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
1	25	25,7	25,35	14,9	15	14,95	29,4	29,3	29,35	61000
2	25,9	24,7	25,3	14,9	15	14,95	29,3	29,4	29,35	53500
3	24,7	24,8	24,75	14,9	15	14,95	29,4	29,5	29,45	57500
Nº PILA	ESPESOR = 1.6cm y MORTERO = 1:4									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
1	25	25,1	25,05	14,9	15	14,95	30,5	30,7	30,6	62500
Nº PILA	ESPESOR = 1.6cm y MORTERO = 1:45									
	L(cm)		Prom L(cm)	t(cm)		Prom t(cm)	H(cm)		Prom H(cm)	P(lb)
	L1	L2		t1	t2		H1	H2		
1	24,9	24,6	24,75	14,8	15	14,9	30,5	30,3	30,4	55000

(FUENTE: PROPIA)

Dónde:

- L : Longitud de la unidad.
- t : Ancho de la unidad.
- H : Alto de la pila de 3 unidades.
- P : Carga aplicada en lb

## 2. CÁLCULOS:

En esta tabla apreciamos las medidas promedio de las pilas, el Área y la resistencia  $f'm$  para cada pila en kg/cm<sup>2</sup>.

$$f'm = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Dónde:

$L_p$ ,  $t_p$  y  $H_p$  : Promedios

$P$  : Carga aplicada en kg

$A$  : Área de prismas

$f'm$  : Esfuerzo a compresión axial del prisma

### 3.6 CÁLCULO DE ESBELTEZ Y CORRECCIONES DE $f'm$

La resistencia a compresión de cada pila se obtuvo dividiendo la carga de rotura entre el área bruta, luego este valor fue corregido por el factor de esbeltez. Finalmente, la resistencia característica a compresión  $f'm$  fue hallada restando una desviación estándar al valor promedio. (Fuente: Ing. Fernando Enciso Peralta, Ensayos a la unidad de Albañilería).

### 3.6.1 COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ:

$$CC = -0.0053E + 0.051E - 0.0631 + 0.7074$$

**Dónde:**

CC : Coeficiente de corrección por esbeltez.

E : Esbeltez

**ESBELTEZ:**

$$\text{Esbeltez} = E = \frac{h}{t}$$

**Dónde:**

E: Esbeltez

H: Altura de la unidad de albañilería

t: Ancho de la unidad de albañilería

**Derivación estándar:**

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

### 3.7 RESULTADOS:

La desviación estándar es restada de la  $f'm$  promedio y así halamos  $f'm$  característica de los prismas.

$$f'm = f'm \text{ promedio} - \delta$$

#### LADRILLERA "LA VILLA"

<b>ESPESOR = 1.4cm y MORTERO = 1:35</b>		
f'm =	55,47	kg/cm <sup>2</sup>
<b>ESPESOR = 1.4cm y MORTERO = 1:4</b>		
f'm =	39,31	kg/cm <sup>2</sup>
<b>ESPESOR = 1.5cm y MORTERO = 1:4</b>		
f'm =	35,51	kg/cm <sup>2</sup>
<b>ESPESOR = 1.6cm y MORTERO = 1:4</b>		
f'm =	33,64	kg/cm <sup>2</sup>
<b>ESPESOR = 1.6cm y MORTERO = 1:45</b>		
f'm =	39,19	kg/cm <sup>2</sup>

#### LADRILLERA "LATESA"

<b>ESPESOR = 1.4cm y MORTERO = 1:35</b>		
f'm =	50,20	kg/cm <sup>2</sup>
<b>ESPESOR = 1.4cm y MORTERO = 1:45</b>		
f'm =	49,63	kg/cm <sup>2</sup>
<b>ESPESOR = 1.5cm y MORTERO = 1:35</b>		
f'm =	46,43	kg/cm <sup>2</sup>
<b>ESPESOR = 1.5cm y MORTERO = 1:45</b>		
f'm =	52,60	kg/cm <sup>2</sup>
<b>ESPESOR = 1.6cm y MORTERO = 1:35</b>		
f'm =	50,53	kg/cm <sup>2</sup>
<b>ESPESOR = 1.6cm y MORTERO = 1:35</b>		
f'm =	55,76	kg/cm <sup>2</sup>
<b>ESPESOR = 1.6cm y MORTERO = 1:4</b>		
f'm =	49,77	kg/cm <sup>2</sup>

## EVALUACIÓN DE RESULTADOS

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'_m$

La norma nos da unos valores de  $f'_m$ :

<b>Materia Prima</b>	<b>Denominación</b>	<b>UNIDAD</b> $f'_b$	<b>PILAS</b> $f'_m$	<b>MURETES</b> $v'_m$
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)
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 (8,6)
		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)

(FUENTE: NORMA TECNICA E070 DE ALBAÑILERÍA).

#### 3.7.1 MODO DE FALLA

Las pilas presentaron un tipo de falla frágil, concentrándose los esfuerzos en las caras frontales de las pilas, fallando éstas de manera repentina. Este tipo de falla es característica de las unidades, También tiene que ver en esto el mortero ya que si este hubiera tenido una mayor resistencia a la compresión que las unidades de albañilería, las fallas se hubieran tenido una mayor resistencia a la compresión que las unidades de albañilería, las fallas se hubieran presentado en los ladrillos por aplastamiento y trituración.

Como se puede ver en imágenes el mecanismo de falla predominante en los ensayos de las pilas es un agrietamiento vertical seguido de un descascaramiento no predominante; finalizando con un aplastamiento en la base. Presentaron una grieta vertical en la cara más esbelta del prisma.



### CONCLUSIONES:

Con respecto a la variabilidad de junta en la ladrillera "LA VILLA", se concluye lo siguiente:

LADRILLERA "LA VILLA"	
Espesor de junta (cm)	f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )
1,3	36,31
1,4	47,39
1,5	41,88
1,6	36,42

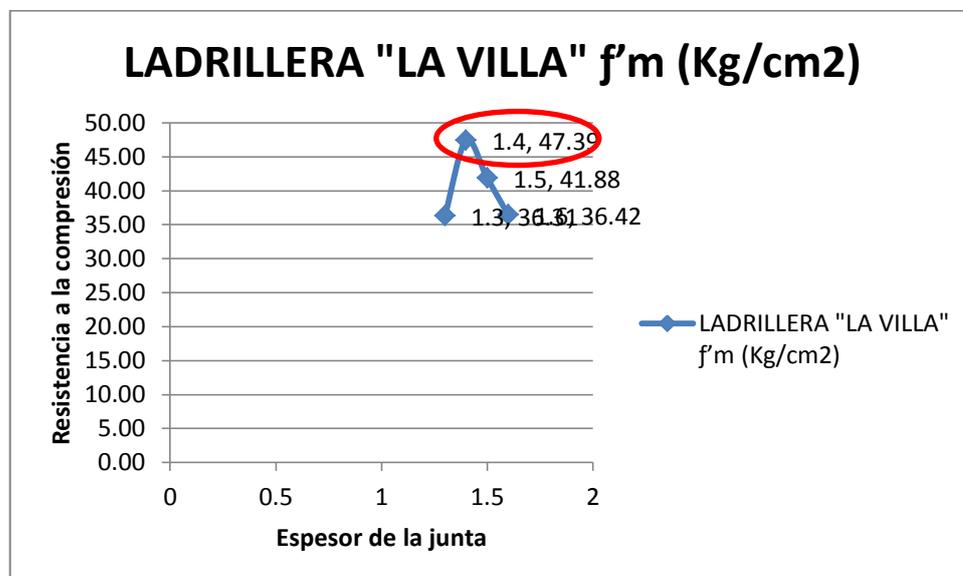


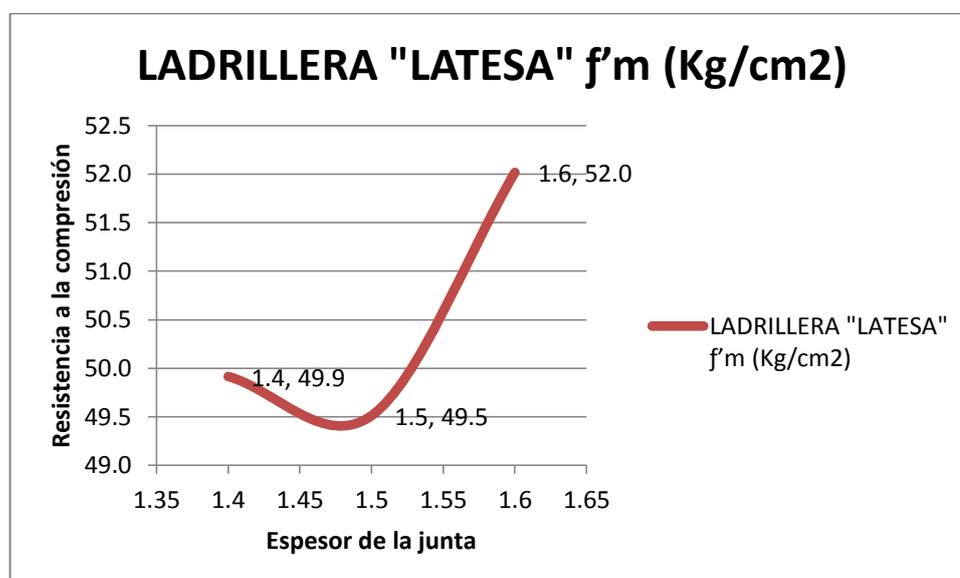
Gráfico N° 3.1

Según el gráfico N° 3.1, se observa que mientras el espesor de la junta se incrementa de 1.4cm a 1.5cm la resistencia a la compresión de pilas disminuye y si se sigue incrementando el espesor de la junta de 1.5cm a 1.6cm continúa el descenso de la Resistencia a la compresión de la pila de ladrillos.

Por consiguiente la resistencia a la compresión máxima  $f'm$ ; Se obtiene cuando la junta de mortero es de 1.4 cm y una resistencia a la compresión axial de 47.39 kg/cm<sup>2</sup>.

Con respecto a la variabilidad de junta en la ladrillera "LATESA", se concluye lo siguiente:

LADRILLERA "LATESA"	
Espesor de junta (cm)	$f'm$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
1,4	49,9
1,5	49,5
1,6	52,0



**Gráfico N° 3.2**

Según el gráfico N° 3.2, se observa que mientras el espesor de la junta se incrementa de 1.4cm a 1.5cm, la resistencia a la compresión de muros se incrementa y si se sigue incrementando el espesor de junta de 1.5cm a 1.6cm, la resistencia a la compresión de pilas disminuye.

La resistencia a la compresión máxima  $f'm$ ; Se obtiene cuando la junta es de 1.6 cm y una resistencia a la compresión axial de 52.00 kg/cm<sup>2</sup>.

Con respecto a la clasificación del mortero de la ladrillera "LA VILLA", se concluye lo siguiente:

LADRILLERA "LA VILLA"	
Mortero C:A	f'm Kg/cm2
1:3,5	55,47
1:4,0	38,28
1:4,5	39,19

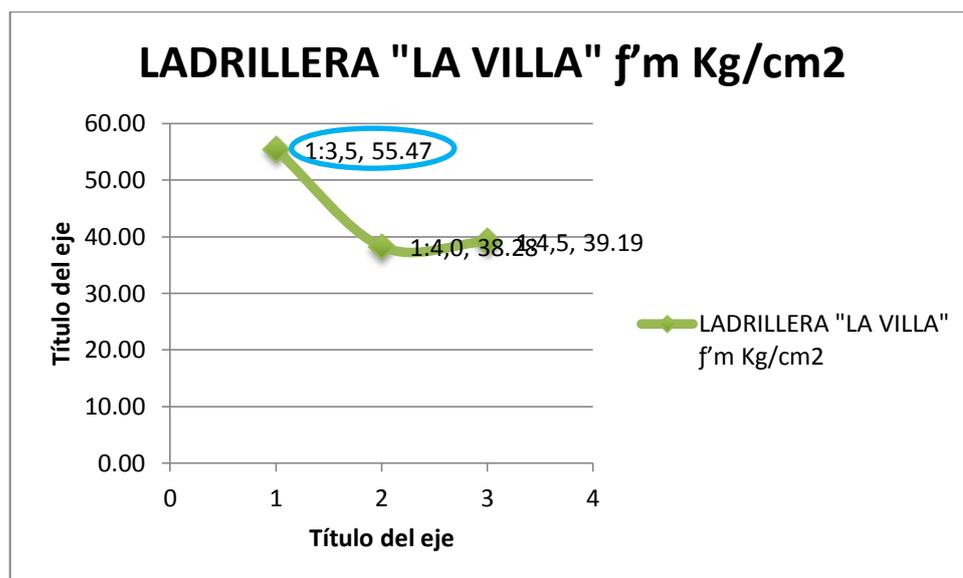


Gráfico N° 3.3

Según el gráfico N° 3.3 se demuestra que mientras la dosificación aumenta de 1:3.5 a 1:4, La resistencia disminuye, y mientras suba de 1:4 a 1:4.5, sigue el descenso.

La mejor dosificación es 1:3.5 y una resistencia a la compresión axial de 55.47kg/cm2.

Con respecto a la clasificación del mortero de la ladrillera "LATESA", se concluye lo siguiente:

LADRILLERA "LATESA"	
Mortero C:A	f'm Kg/cm <sup>2</sup>
1:3,5	49,05
1:4,0	55,76
1:4,5	50,66

#### Gráfico N° 3.4

Según el gráfico N° 3.4 se demuestra que mientras la dosificación aumente de 1:3.5 a 1:4, La resistencia aumenta, y mientras suba de 1:4 a 1:4.5, sigue en ascenso.

La mejor dosificación es 1:4 y una resistencia a la compresión axial de 55.76kg/cm<sup>2</sup>.

### RECOMENDACIONES:

1. Para el caso de la ladrillera "LA VILLA", para obtener la mayor resistencia a la compresión ( $f'm$ ), se recomienda colocar el espesor de junta de mortero de 1.4cm.

Para el caso de la ladrillera "LATESA", para obtener la mayor resistencia ( $f'm$ ), se recomienda usar el espesor de junta DE 1.6cm.

2. Para el caso de la ladrillera "LA VILLA", se recomienda usar la dosificación de mortero de cemento arena (1:3.5) como se demuestra en el Gráfico N° 3.3.

Para el caso de la ladrillera "LATESA", se recomienda usar la dosificación de cemento arena (1:4) como se demuestra en el Gráfico N° 3.4

## **ANEXOS**

## BIBLIOGRAFÍA

1. ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ RAMOS CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERÍA(COMPOR TAMIENTO SÍSMICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL. EDICIÓN FEBRERO DE 2011.
2. : HÉCTOR GALLEGOS, C CASABONE ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL TERCERA EDICIÓN
3. Ing. Fernando enciso Peralta Ensayos a la unidad de Albañilería.
4. Ing. Fernando Tomás Abanto Castillo Análisis y Diseño de Edificaciones de albañilería. 2º Edición
5. RESOLUCIÓN MINISTERIAL Nº 011-2006 – VIVIENDA 2006.
6. NORMA E-070 ALBAÑILERÍA
7. CORPORACIÓN DE ACEROS AREQUIPA S.A
8. CARRASCO 2009
9. ITINTEC 331.017

## **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## **PANEL FOTOGRÁFICO**

### **MATERIALES USADOS**

#### **VERIFICACIÓN DE LAS CANTERAS DE ARCILLA EN LAS LADRILLERAS DE SAN JERÓNIMO**



**Foto N° 01:** Visita a las canteras de arcilla de la ladrillera "LA VILLA", en el distrito de San Jerónimo.



**Foto N° 02:** Visita a la ladrillera "LATESA", del distrito de San Jerónimo.

**VERIFICACIÓN DEL COMBUSTIBLE UTILIZADO EN EL HORNEADO  
DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**



**Foto N° 03:** Rollizos de eucalipto utilizados en el horneado de las unidades de albañilería.



**Foto N° 04:** Aserrín utilizado en el horneado de las unidades de albañilería.

## **MAQUINARIA UTILIZADA EN LA FÁBRICA DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**



**Foto N° 05:** Maquina extrusora, para la fabricación de ladrillos.



**Foto N° 06:** Faja, para el transporte de la materia prima hacia el molino.

## **VERIFICACIÓN DE LAS CANTERAS DE AGREGADO GRUESO**



**Foto N° 07:** Visita a la Cantera de Huambutio



**Foto N° 07:** Visita a la Cantera de Pisac

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE LAS DIFERENTES LADRILLERAS,  
UTILIZADAS EN LA ELABORACIÓN DE PILAS**



**Foto N° 08:** Unidad de albañilería de la ladrillera "LA VILLA"



**Foto N° 09:** Unidad de albañilería de la ladrillera "LATESA"

**AGREGADO UTILIZADO PARA EL ASENTADO DE LAS PILAS DE  
LADRILLO**



**Foto N° 10:** Agregado grueso de la cantera de **PISAC**.



**Foto N° 11:** Agregado grueso de la cantera de **HUAMBUTIO**.

**ACARREO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE LAS LADRILLERAS DE SAN JERÓNIMO AL LUGAR DE TRABAJO**



**Foto N° 12:** Adquisición transporte de las unidades de albañilería.

**PROCESO DE REGADO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA 24 HORAS ANTES DEL ASENTADO DE LAS PILAS**



**Foto N° 13:** Izquierda regado de las unidades de albañilería de la ladrillera "LA VILLA", derecha regado de las unidades de albañilería de la ladrillera "LATESA"



**Foto N° 14:** Dosificación por volumen del agregado grueso



**Foto N° 15:** Dosificación por volumen del cemento

## **INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA EL ASENTADO DE LAS PILAS**



**Foto N° 16: FROTACHO**, se utilizó para extraer el exceso de mortero.



**Foto N° 17: BATIDOR**, se utilizó para homogenizar la mezcla del (cemento + agregado + agua).



**Foto N° 18: WINCHA**, se utilizó para controlar el tamaño de espesor de junta de las pilas.



**Foto N° 19: PLOMADA**, se utilizó para controlar el nivel de verticalidad de las pilas.



**Foto N° 20:** NIVEL DE MANO, se utilizó para controlar el nivel de horizontalidad de las pilas.

### **ASENTADO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA Y ELABORACIÓN DE LAS PILAS**



**Foto N° 21:** Asentado de las unidades de albañilería y elaboración de las pilas según dosificación del mortero.



**Foto N° 22:** Izquierda control de verticalidad de la pila con un nivel de mano, Derecha control de Horizontalidad de la pila con una plomada.



**Foto N° 23:** Verificación del espesor de junta de las pilas.



**Foto N° 24:** Clasificación de medida de las pilas según espesor de junta y mortero.



**Foto N° 25:** Izquierda pila con (Espesor=1.4cm, Mortero = 1:35); Medio pila con (Espesor=1.4cm, Mortero = 1:4); Derecha pila con (Espesor=1.4cm, Mortero = 1:45).



**Foto N° 26:** Izquierda pila con (Espesor=1.5cm, Mortero = 1:35); Medio pila con (Espesor=1.5cm, Mortero = 1:4); Derecha pila con (Espesor=1.5cm, Mortero = 1:45).



**Foto N° 27:** Izquierda pila con (Espesor=1.6cm, Mortero = 1:35); Medio pila con (Espesor=1.6cm, Mortero = 1:4); Derecha pila con (Espesor=1.6cm, Mortero = 1:45).



**Foto N° 28:** Curado de las pilas por un periodo de 28 días, hasta llegar a la resistencia requerida según NTE E-070.

## **RESULTADO DE LOS LABORATORIOS A COMPRESIÓN AXIAL**



**Foto N° 29:** Clasificación de las pilas según espesor y mortero antes de someterlas a compresión.



**Foto N° 30:** Capeado de las pilas, para distribuir las cargas uniformemente.



**Foto N° 31:** Maquina para ensayo a compresión utilizada para las pruebas de laboratorio.



**Foto N° 32:** Colocado de las pilas en la Maquina de compresión.



**Foto N° 33:** Colocado de planchas de metal en ambas superficies de aplicación de cargas para asegurar que la transmisión de cargas sea uniforme en la superficie de ensayo.



**Foto N° 34:** Sometimiento a carga de las pilas



**Foto N° 35:** Lectura de resultados obtenidos del sometimiento a compresión de las pilas.



**Foto N° 36:** Modos de falla en las pilas, después de sometidas a compresión.