

# ESTUDIO EXPERIMENTAL PARA DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA HECHAS DE ARCILLA EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

## EXPERIMENTAL STUDY TO DETERMINE THE PHYSICAL, CHEMICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF CLAY MATERIALS UNITS IN THE LAMBAYEQUE DEPARTMENT

*Yosbar Omar López Herrera*<sup>1</sup>  
*Miky Alexander Molina Mena*<sup>2</sup>

### Resumen

Las características de las unidades varían de acuerdo a su materia prima y ubicación, es por ello que se considera de vital importancia el tener valores normados para cada región Lambayeque, ya que es de vital ayuda al momento de realizar los cálculos en el diseño estructural para evitar tomar datos de otras regiones o asumir valores. Se hace énfasis en obtener datos reales de las características físicas, químicas y mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas en la región de Lambayeque, para su mejor uso.

La alta informalidad de fábricas en la región es uno de los problemas más alto por su procedimiento en su elaboración, no cumpliendo con los parámetros mínimos establecidos por la norma E-070. Siendo necesario la evaluación de sus características físicas químicas y mecánicas.

Esta investigación es de Tipo cuantitativo –Cuasi experimental. Se realizó la investigación con catorce fábricas productoras de unidades de albañilería de la región Lambayeque, fueron sometidas a pruebas físicas químicas y mecánicas, teniendo como antecedente principal el RNE quien brinda los coeficientes de variación (el valor máximo para unidades industriales es de 20% y en artesanales 40%), Si en caso estos valores superasen este porcentaje se descartaría las unidades.

Se recomienda a los empresarios constructores a realizar su estudio de las unidades que emplearán en una edificación de muros portante (análisis de la unidad), para mayor garantía por que no siempre todas las unidades pueden tener sus mismas características debido a que son elaboradas en fechas diferentes.

**Palabras clave:** Unidades de albañilería, propiedades físicas, propiedades químicas, propiedades mecánicas, arcilla.

### Abstract

The characteristics of the units vary according to their raw material and location, which is why it is considered of vital importance to have normed values for each Lambayeque region, since it is of vital help when making the calculations in the structural design for Avoid taking data from other regions or assuming values. It is emphasized to obtain real data of the physical, chemical and mechanical characteristics of the masonry units manufactured in the region of Lambayeque, for their better use.

The high informality of factories in the region is one of the highest problems due to its procedure in its elaboration, not complying with the minimum parameters established by the E-070 standard. It is necessary to evaluate their physical and chemical characteristics.

This research is of quantitative type-experimental Cuasi. The research was carried out with fourteen factories producing masonry units in the Lambayeque region. They were subjected to chemical and mechanical physical tests, the main antecedent being the RNE, which provides the coefficients of variation (the maximum value for industrial units is 20% and In artisanal 40%), If in case these values exceed this percentage would discard the units.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Civil, Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú. E mail: [ingmena\\_92@hotmail.com](mailto:ingmena_92@hotmail.com),

<sup>2</sup> Ingeniero Civil, Universidad Señor de Sipán,, Chiclayo – Perú. E mail: [yoolh\\_2555@hotmail.com](mailto:yoolh_2555@hotmail.com), registro ORCID iD: [orcid.org/0000-0001-5871-5170](https://orcid.org/0000-0001-5871-5170)

It is recommended to builders to carry out their study of the units that will be used in a building of load-bearing walls (unit analysis), for greater guarantee that not all units can have their same characteristics because they are made on dates Different.

**Keywords:** Masonry units, physical properties, chemical properties, mechanical properties, clay.

## 1. Introducción

La determinación de las características físicas, químicas y mecánicas de las unidades de albañilería garantiza una buena construcción, la economía de muchos países tiene como uno de sus principales soportes el sector construcción en donde se trata de innovar y realizar estructuras más seguras que puedan satisfacer las necesidades de la población. Para ello se debe tener bastante énfasis en la calidad de los productos a utilizar, entre los que figura el uso de las unidades de albañilería hechas de arcilla que comúnmente se utilizan en proyectos de viviendas, condominios. Estos especímenes deben de poseer adecuadas características físicas, mecánicas y químicas para tener un buen comportamiento ante agentes externos, sin embargo, muchas de ellas no cumplen con valores permisibles para su uso por lo que tienden a fallar como se muestra en los distintos estudios realizados.

Al igual que en muchas otras partes del mundo en Colombia, existe una gran desinformación de la calidad de las unidades de albañilería utilizadas en la construcción de edificaciones, siendo necesario conocer su calidad en sus diferentes aspectos, característica, física y química. (Carvajalino y Hernández 2014). En el caso de Chile se considera que han pasado más de 100 años y los daños observados provenientes de los sismos en las construcciones en donde predomina la albañilería son aun considerables, esto se debe a muchas razones y de mucha índole entre las que se han destacado las siguientes: Las propiedades de la albañilería son variables, el poco control que se hace de las propiedades de los materiales, la falta de preparación de los profesionales y de mano de obra que participa en la elaboración de las unidades. Las propiedades físicas y mecánicas de la albañilería dependen propiamente de las unidades (Astroza y Muñoz 2008).

El Perú no es ajeno al crecimiento del sector construcción, según el INEI en febrero del 2016 este aumentó en un 5.37%, sobre todo por la inversión privada en lo que se refiere la construcción de proyectos inmobiliarios, en donde para este tipo estructuras uno de los materiales predominantes a utilizar son las unidades de albañilería, a los que se les debería aplicar un control de calidad para su uso.

La norma peruana brinda los valores mínimos recomendados que debe cumplir una unidad de albañilería de arcilla, como la resistencia a la compresión de las unidades ( $f'_{cb}$ ) son brindados de manera generalizada para todo nuestro país en los diferentes tipos (I, II, III, IV, V). Esto no es lo más adecuado debido que no siempre se utiliza la misma materia prima ni los procesos constructivos son los mismos. Lo ideal es que estos valores sean para cada zona para que al momento de realizar el cálculo estructural se trabaje con valores reales y no tener que trabajar con datos aproximados o referenciales. En la región Lambayeque no existen datos exactos de las características de las unidades de albañilería fabricadas en la región, trabajándose con datos estándar fijados por el reglamento de acuerdo a las características que presenten.

Dentro de la justificación técnica los resultados permitieron conocer datos más precisos de las características físicas, químicas y mecánicas del ladrillo producido en el departamento de Lambayeque, de las fábricas de mayor demanda en producción, tanto en ladrillos artesanales como industriales.

La investigación utilizó como instrumentos los formatos estándares del laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Señor de Sipán. Su principal componente de las unidades en estudio es de arcilla, material que es abundante en nuestro país, siendo muy fácil la elaboración de las unidades industriales como artesanales, buscando un beneficio económico, dejando de lado muchas veces la calidad de las unidades, debido a que no se mejoran las técnicas al momento de su producción.

## 2. Material y Métodos

Esta investigación es de este tipo cuantitativa- cuasi experimental debido a que se sometió a diferentes unidades de albañilería a una serie de estudios para poder determinar sus principales características como físicas químicas y mecánicas, verificando si cumple con los requisitos mínimos de la normativa Nacional E-070.

En el estudio realizado se tomó, como población las fábricas productoras de unidades de albañilería artesanales e Industriales existentes en la región Lambayeque.

Se tuvo en cuenta la adquisición de unidades de 7 fábricas industriales de mayor renombre de la región Lambayeque (cerámicos Lambayeque, Chalpón, Fortaleza, Ladrinorte, Lark, Peruano y Sipán), y de 7 diferentes hornos productores de unidades de arcilla de la región Lambayeque (San José, Lambayeque, José Leonardo Ortiz, Ferreñafe, Monsefú), Las muestras artesanales debido a la informalidad y la poca tecnología empleada en su producción, la cual fue necesario la adquisición de 7 hornos diferentes de la región de Lambayeque, de las cuales se pudo obtener datos más cercanos a la producción de las unidades de arcilla artesanal en la región Lambayeque.

La adquisición de las unidades se realizó simultáneamente en tres fechas distintas, con el fin de obtener muestras de diferentes momentos de fabricación, siendo un total de 105 unidades por cada marca obtenidas entre los meses de agosto y octubre del 2016, siendo un total de 1470 unidades de albañilería de arcilla evaluadas (industriales y artesanales) como lo muestra la tabla N° 9 y 10 respectivamente.

**Tabla 9**

*Cantidad y fecha de adquisición de especímenes industriales*

Fecha de adquisición	Unidades de albañilería industriales						
	C. Lambayeque	Chalpón	fortaleza	Ladrinorte	Lark	Peruano	Sipán
08/08/2016	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
03/09/2016	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
21/09/2016	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
<b>Total</b>	<b>105.00</b>	<b>105.00</b>	<b>105.00</b>	<b>105.00</b>	<b>105.00</b>	<b>105.00</b>	<b>105.00</b>

*Fuente:* Elaboración Propia

**Tabla 10**

*Cantidad y fecha de adquisición de especímenes industriales*

Fecha de adquisición	Unidades de albañilería artesanales						
	Art. n° 01	Art. n° 02	Art. n° 3	Art. n° 04	Art. n° 05	Art. n° 06	Art. n° 07
08/08/2016	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
03/09/2016	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
21/09/2016	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
<b>Total</b>	<b>105.00</b>	<b>105.00</b>	<b>105.00</b>	<b>105.00</b>	<b>105.00</b>	<b>105.00</b>	<b>105.00</b>

*Fuente:* Elaboración Propia

Se fueron evaluando sus características físicas, químicas y mecánicas en función a lo dispuesto en la norma vigente E-070 del reglamento nacional de edificaciones (RNE).

Sus características físicas evaluadas son: variabilidad dimensional (largo, ancho y altura), alabeo, porcentaje de vacíos, absorción, succión, coeficiente de saturación y eflorescencia; sus características químicas son: contenido de sales totales; y sus características mecánicas son: resistencia a la compresión de las unidades de albañilería ( $f_b$ ), resistencia a la compresión de las pilas de albañilería ( $f_m$ ) y resistencia a la compresión de muretes ( $V_m$ ). Su ejecución se llevó a cabo en el laboratorio de la Universidad Señor De Sipán, excepto la rotura de muretes realizados en el laboratorio de materiales de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (Lambayeque) siguiendo los procedimientos establecidos por el reglamento nacional de edificaciones E-070 y normas técnicas peruanas 399.613 y 399.604.

Se plantearon hipótesis las cuales fueron contrastadas a través de la aplicación de pruebas estadísticas adecuadas. El objeto de estudio fue las unidades de ladrillos fabricados en el departamento de Lambayeque industrial y artesanal.

Asimismo, la variable dependiente fue las características físicas, químicas y mecánicas de las unidades de albañilería. Y la variable independiente fueron las unidades de Albañilería Artesanales e industriales hechas de arcilla.

### 3. Resultados

#### 3.1. Unidades industriales

Propiedad física, de gran importancia realizada para determinar el espesor de las juntas de albañilería, que influye en su comportamiento en la estructura (resistencia a la comprensión y resistencia al corte), la variación dimensional se expresa como (largo x ancho x alto) en mm como lo indica la NTP 399.613.

El logro del objetivo de la característica física se muestra con los siguientes resultados:

Para casos de diseño estructural, la norma E-070 del RNE clasifica en cinco tipos de unidades, y además según su variación dimensional en mm. Según las muestras en investigadas (unidades de albañilería industrial) y de acuerdo a las muestras adquiridas el uso del ladrillo varía entre un tipo IV y V, en función a sus características de variación dimensional tomadas como lo indica la tabla N° 13:

Su variación longitudinal varía desde 0.08% y 1.43%, su variación en ancho esta entre 0.14% y 2.16% y su altura varían entre 0.13% y 2.71, como se muestra en la tabla N° 13.

**Tabla 13**  
*Variación dimensional unidades industriales.*

Variabilidad dimensional							
Marcas en estudio	Características (%)			Características (mm)			Clases de unidades según RNE
	Largo (%)	Ancho (%)	Altura (%)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	
<b>Ceram. Lambayeque</b>	1.43	0.18	0.13	3.35	0.22	0.12	V
<b>Chalpón</b>	0.49	0.14	2.08	1.16	0.17	0.12	V
<b>Fortaleza</b>	0.69	0.28	2.71	1.58	0.36	2.43	IV
<b>Ladri norte</b>	1.05	2.09	3.15	2.14	2.41	2.84	IV
<b>Lark</b>	1.33	2.16	0.42	3.05	2.70	0.38	V
<b>Peruano</b>	0.08	1.35	0.89	0.18	1.62	0.80	V
<b>Sipán</b>	0.44	1.08	2.06	1.03	1.29	1.85	V

*Fuente:* Elaboración Propia

Las muestras en estudio si cumplen con lo establecido en la norma E-070 del reglamento nacional de edificaciones, donde nos indica porcentaje de dispersión (coeficiente de variación) para su aceptación de la unidad, siendo menor los coeficientes de variación de las muestras en estudio, debido a que su coeficiente de variación es menor del 20%, como se muestra en la tabla 14:

**Tabla 14**  
*Coefficiente de variación por marca en estudio (%)*

Marcas en estudio	Coeficiente de variación		
	Largo (%)	Ancho (%)	Altura (%)
<b>Ceram. Lambayeque</b>	0.62	0.87	1.44
<b>Chalpón</b>	0.27	1.83	0.78
<b>Fortaleza</b>	0.45	0.49	1.30
<b>Ladri norte</b>	0.47	0.46	1.15

<b>Lark</b>	0.66	0.55	1.01
<b>Peruano</b>	0.66	0.96	0.89
<b>Sipán</b>	0.71	1.17	0.25

*Fuente:* Elaboración Propia

### 3.2. Unidades artesanales

Las unidades artesanales en estudio según sus características de variación dimensional varían desde una clase II – IV, como se muestra en la tabla N°15:

**Tabla 15**

*Variación dimensional unidades artesanales*

Marcas en estudio	Características (%)			Características (mm)			Clases de unidades según RNE
	Largo (%)	Ancho (%)	Altura (%)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	
Artesanal N° 1	1.08	0.18	3.23	2.26	0.21	1.94	IV
Artesanal N° 2	2.96	2.63	8.27	5.93	3.15	4.96	II
Artesanal N° 3	0.51	1.57	8.13	1.03	1.89	4.88	II
Artesanal N° 4	1.80	1.78	7.81	3.60	2.14	4.69	II
Artesanal N° 5	1.07	6.07	5.25	2.25	6.68	3.15	III
Artesanal N° 6	1.63	0.82	6.42	3.26	0.99	3.85	III
Artesanal N° 7	1.04	0.24	4.97	2.19	0.29	4.97	II

*Fuente:* Elaboración Propia

Las muestras en estudio si cumplen con lo establecido en la norma E-070 del reglamento nacional de edificaciones, debido a que su coeficiente de variación es menor del 40%, como se muestra en la tabla N°16:

**Tabla 16**

*Coefficiente de variación por marca en estudio (%)*

Marcas en estudio	Coeficiente de variación		
	Largo (%)	Ancho (%)	Altura (%)
Artesanal N° 1	1.46	1.07	2.08
Artesanal N° 2	1.17	1.78	1.40
Artesanal N° 3	1.38	1.31	2.27
Artesanal N° 4	1.33	4.10	1.59
Artesanal N° 5	1.84	1.17	1.65
Artesanal N° 6	1.11	1.27	1.63
Artesanal N° 7	1.17	1.13	1.66

*Fuente:* Elaboración Propia

Para llegar a los resultados mostrados se siguió una serie de pasos y consideraciones que están especificados en la norma E-070 del RNE, realizándose así el siguiente proceso para las unidades industriales y artesanales:

En esta característica se evaluó las 14 marcas en estudio, teniendo en cuenta 10 unidades enteras por marca (industrial y artesanal). En las industriales su variación dimensional es menor que los artesanales debido a su tipo de fabricación (mejor técnica en su elaboración).

Se evaluó mediante la norma E-070 del RNE que brinda parámetros de evaluación dimensional de la unidad de arcilla.

Se colocó la unidad en una base plana y se midió milimétricamente los puntos laterales; sus cuatro alturas, sus cuatro anchos y sus cuatro longitudes; para un mejor diagnóstico mostrados en las figuras 5,6 y 7. El mismo procedimiento se siguió en las unidades industriales y artesanales.

### **3.3. Características mecánicas**

Después del proceso de investigación los resultados muestran el logro de los objetivos de la investigación. Se logró el objetivo específico: Determinar si las características mecánicas de las unidades de albañilería en estudio cumplen con los requisitos mínimos brindados por la normativa Peruana E-070, y los resultados encontrados se presentan de acuerdo a:

#### **3.3.1. Resistencia a la compresión de unidades ( $f'_b$ ).**

La resistencia a la compresión es considerada como las principales propiedades de las unidades de albañilería que según el RNE es un indicador para la clasificación de las mismas.

La resistencia a la compresión se obtiene dividiendo la carga aplicada sobre un área determinada para así proceder a restar su desviación estándar, el resultado obtenido será conocido como la resistencia característica de la unidad.

Este ensayo se realizó siguiendo las recomendaciones de la E-070 del reglamento nacional de edificaciones y la NTP 399.613 y 339.604. La carga aplicada se realizó con una velocidad 529 kg/seg obteniendo así los siguientes resultados en la tabla 17.

#### **Tabla 17**

*Valores de la resistencia a la compresión de las 14 marcas en estudio artesanal e industrial.*

ESPECIMEN	ÁREA PROMEDIO (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA PROMEDIO (KG)	RESISTENCIA PROMEDIO f' b(kg/cm <sup>2</sup> )	DESVIACIÓN ESTANDAR (gk/cm <sup>2</sup> )	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	RESISTENCIA CARACTERISTICA f' b(kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE UNIDAD SEGÚN RNE
<b>CERAMICOS</b>							
LAMBAYEQUE	141.252	15066.80	106.67	8.97	8.41	97.70	III
CHALPON	141.73	18687.80	131.86	23.51	17.83	108.35	III
FORTALEZA	149.14	14301.20	95.89	17.72	18.48	78.17	II
LADRINORTE	150.14565	11837.60	78.84	7.14	9.05	71.70	II
LARK	144.33	16045.80	111.17	13.20	11.88	97.97	III
PERUANOS	143.88	7678.80	53.37	9.61	18.00	43.76	No Clasificable
SIPAN	137.59	15424.40	112.10	15.80	14.10	96.30	III
ARTESANAL 01	122.49	3961.20	32.34	7.93	24.51	24.41	No Clasificable
ARTESANAL 02	125.61992	10915.00	86.89	13.58	15.62	73.31	II
ARTESANAL 03	120.0148	3456.20	28.80	8.70	30.21	20.10	No Clasificable
ARTESANAL 04	96.7967	6254.60	64.62	9.51	15.43	55.10	I
ARTESANAL 05	100.32625	6254.60	62.34	17.75	28.48	44.59	No Clasificable
ARTESANAL 06	96.36155	7249.40	75.23	17.29	22.98	57.94	I
ARTESANAL 07	97.51228	4911.20	50.36	12.10	24.03	38.26	No Clasificable

Fuente: Elaboración Propia

Para lograr el objetivo referente a las características mecánicas de las unidades de albañilería en este caso resistencia a la compresión se realizó los siguientes procedimientos siguiendo lo especificado en la E-070 del RNE y en la NTP 331.017.

En este ensayo se seleccionaron 5 unidades por lote en este caso será por marca en total se analizaron 70 unidades 35 artesanales y 35 industriales. Se cortaron con la ayuda de una moladora por la mitad evitando dañar en su totalidad los alveolos.

### 3.4. Características químicas

Después del proceso de investigación los resultados muestran el logro de los objetivos de la investigación. Se logró el objetivo específico: Determinar los componentes químicos existentes en las unidades de albañilería artesanal e industrial., y los resultados encontrados se presentan de acuerdo a:

#### 3.4.1. Contenido de sales solubles totales.

Para realizar este ensayo se tomó en cuenta la norma NTP 339.152 en donde nos brinda los procedimientos y consideraciones a tener en cuenta durante su ejecución. Luego de haber realizado el mismo se logró obtener los siguientes resultados.

**Tabla 18**

*Contenido de sales solubles totales en ladrillos artesanales e industriales*

ESPECÍMEN	VOLUMEN DE SOLUCIÓN (ml)	SALES SOLUBLES TOTALES EN PESO SECO (%)	SALES SOLUBLES TOTALES( ppm)
CER. LAMBAYEQUE	50.00	0.010	104.00
CHALPON	50.00	0.007	66.00
FORTALEZA	50.00	0.011	108.00
LADRINORTE	50.00	0.008	76.00
LARK	50.00	0.006	60.00

<b>PERUANOS</b>	50.00	0.009	92.00
<b>SIPAN</b>	50.00	0.023	92.00
<b>ARTESANAL 01</b>	50.00	0.006	64.00
<b>ARTESANAL 02</b>	50.00	0.009	88.00
<b>ARTESANAL 03</b>	50.00	0.005	54.00
<b>ARTESANAL 04</b>	50.00	0.019	190.00
<b>ARTESANAL 05</b>	50.00	0.023	226.00
<b>ARTESANAL 06</b>	50.00	0.004	44.00
<b>ARTESANAL 07</b>	50.00	0.016	160.00

*Fuente:* Elaboración Propia

Los resultados mostrados en las tablas 18 se muestran los contenidos de sales solubles totales en las 14 empresas analizadas donde 7 fueron de procedencia industriales y 7 artesanales, los mismo que se lograron obtener mediante la realización de los siguientes ensayos que se llevaron a cabo en la instalación del campus universitario.

Para realizar este ensayo se limpió las unidades de materia orgánica que pueda alterar los resultados mediante la utilización de un trapo y una escobilla de plástico. Seguidamente se trituró las unidades de albañilería con la ayuda de un apisonador sobre un saco para obtener la muestra que para este caso se tomará 50 g la que luego será mezclada con 250 ml de agua debido a que la norma establece que la proporción recomendada debe ser de 1:5.

#### **4. Discusión**

Con los resultados de variación dimensional se puede mencionar que las muestras en estudios si sería recomendables según lo que establece el RNE, donde nos mencionan que el coeficiente de variación no debe ser mayor a un 20%, donde también lo menciona en la tesis de seminario (2013) en Piura.

En los coeficientes de variación en las muestras industriales las longitudes varían entre 0.26 – 1.27, considerando los resultados obtenidos por Seminario (2013) nos menciona coeficientes de variación entre 0.78 y 2.19; lo cual podemos mencionar que los porcentajes son casi parecidos.

Algo más detallado muestra Seminario (2013), donde nos da tres marcas con sus coeficientes de variación (Lark 0.82%, Fortes 0.42% y Tallan 1.93%); y según nuestros resultados los coeficientes de variación de sus longitudes so: (Ceram. Lambayeque 1.10%, Chalpón 0.31%, Fortaleza 0.29%, Ladrinorte 0.31%, Lark 1.09%, peruano 0.26%, Sipán 0.49%)

Según Seminario (2013) en su investigación menciona una tesis de Gallegos (1991) que se considera albañilería industrial a toda que su coeficiente de variación no es mayor a 1.00%; donde e las siete marcas industriales en estudio cerámicos Lambayeque no estaría considerado como unidad industrial.

En la tesis Álvaro (2008), su porcentaje de variación de su muestra es largo es 0.03%, ancho 0.33% y altura 0.45%; las muestras obtenidas en porcentajes de variación de las muestras industriales su promedio es de largo 0.78%, ancho 1.04% y altura de 1.63%, mostrándose una diferencia considerable. Cabe mencionar que esas medidas son promedio, debido que sus límites de porcentaje de variación son largos entre 0.08 y 1.43%, ancho entre 0.14 y 2.16%, altura entre 0.13 y 3.15%.

Se puede recalcar que todas las marcas en estudio sus especímenes cumplieron con lo establecido en la norma E-070 (Albañilería) donde remarca que la absorción de ninguna manera puede ser mayor a 22%.

De la tabla 18 se puede observar que las empresas Cerámicos Lambayeque con 104.00 ppm y fortaleza con 108.00 ppm son las que presentan el más alto contenido de sales solubles totales lo cual sorprende debido a que son empresas conocidas que utilizan tecnología de punta, siendo estos parámetros que se deberían tener un mejor control. En cambio, la que logró contener un menor valor fue la empresa Lark con 60 ppm junto a la ladrillera Chalpón con 60 ppm.



Si se habla de unidades artesanales ensayadas en la tabla 18 muestra que el artesanal 05 alcanzó un total de 226 ppm siendo este el valor más elevado en lo que se refiere a este tipo de especímenes. El menor resultado lo logro obtener el artesanal 06 con 44 ppm.

La norma NTP 33.152 no especifica el límite de sales solubles totales permisibles que deberían tener las muestras ensayadas. En el caso de la E-070 del RNE no aclara también este parámetro, lo cual tiende a generalizar diciendo lo siguiente “La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.”

## 5. Conclusiones

Se determinó que las características físicas de las unidades industriales, son muy favorables sus coeficientes de variación no exceden lo recomendado por la norma E-070 de albañilería (20%). En sus características dimensionales permiten clasificarlo como el tipo IV y V, siendo muy favorables; su característica de absorción no excede del 10.96% por debajo de lo permitido; la succión solo la empresa Sipán obtuvo 39.58 gr/min/200cm<sup>2</sup>, superior a lo permitido (20 gr/min/200cm<sup>2</sup>); la medida de su alabeo permite clasificarlo en un tipo de ladrillo tipo IV; su porcentaje de vacíos son considerados huecos debido a que el volumen de los alveolos excede el 30% del volumen total; las unidades no presentaron eflorescencia.

Se comprobó que las características físicas en las unidades artesanales son un poco más desfavorables, pero por su mismo tipo de fabricación; su variación dimensional es favorable debido a que lo clasifica desde un tipo II a IV; su absorción está por debajo del máximo permitido (22%), siendo la máxima absorción 17.16%; la succión obtenida es superior a la permitida, teniendo un valor máximo de 99.29 gr/min/200cm<sup>2</sup>; su alabeo permite clasificarlos en un tipo IV Y V; si cuenta con eflorescencia en todas las muestras en estudio.

Se demostró que las características mecánicas en las unidades industriales son muy favorables y recomendadas, según lo obtenido superando valores mínimos recomendado por la norma E-070; la resistencia a la compresión las clasifica en tipo II Y III a excepción de una fábrica (ladrillos peruano), siendo favorables los resultados; su resistencia a la compresión de pilas son muy favorables obteniendo valores superiores a lo indicado por la norma, a excepción de las marcas Ladrinorte y ladrillos peruano, obteniendo valores por debajo de los 65 kg/cm<sup>2</sup>; la resistencia a la compresión diagonal de muretes supera lo mínimo permitido (8.10 kg/cm<sup>2</sup>).

Se demostró que las características mecánicas en las unidades artesanales la resistencia a la compresión de la unidad solo un 42.86% de las muestras cumplen con la norma teniendo clasificaciones de tipo II; en la resistencia a la compresión de pilas de igual manera solo tres de las siete unidades cumplen con lo mínimo establecido por la norma (35 kg/cm<sup>2</sup>); la resistencia a la compresión diagonal de muretes el 57.14% de las marcas en estudio cumple con la norma E-070.

Se comprobó que la composición química de las unidades industriales es de consideración importante debido a que sus valores máximos son altos; el contenido de sales solubles totales son de 104 ppm la marca más desfavorable; el contenido de cloruros es muy elevado con un valor máximo de 265 ppm; los sulfatos obtenidos son elevado con valores máximos de 1152.15 ppm.

Se demostró que la composición química de las unidades artesanales es elevada en algunos casos el 100% mayor que las unidades industriales; el contenido de sales solubles totales es de 226 ppm; los cloruros tienen un valor máximo de 331 ppm; el contenido de sulfatos es de 1357.89 ppm.

## 6. Referencias

García, N., Guevara Gomez, G., & Monroy Sepúlveda, R. (2011). Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería. 17. Recuperado el 20 de junio de 2016, de <http://revistas.ufps.edu.co/index.php/ringenio/article/download/50/32>

- Carvajalino, G. A., & Hernández, J. P. (2012). Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del bloque H-10 utilizados en el municipio de Ocaña. (Tesis de Grado), Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia. Recuperado el 15 de mayo de 2016, de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/194/1/25108.pdf>
- Ministerio de Vivienda, C. (2006). Concreto armado. Lima. Recuperado el 6 de junio de 2016, de <http://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2006). Albañilería. Lima. Recuperado el 2 de abril de 2016, de <http://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>