



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA  
CIVIL

**“Influencia de las técnicas de aspersión y tanque de agua en las propiedades físicas y mecánicas en unidades de albañilería Tipo I, II y III en Nuevo Chimbote - 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

### **AUTORES:**

Escalante Sare, Max Erick (ORCID: 0000-0001-6035-5485)

Romero Bayona, Hernan Miguel (ORCID: 0000-0002-2278-4374)

### **ASESOR:**

Mgtr. Sheila Mabel Legendre Salazar ORCID: (0000-0003-3326-6895)

### **LÍNEA DE INVESTIGACION:**

Diseño sísmico y estructural

### **LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A Dios por bendecirnos cada paso que damos y permitir que sigamos avanzando hasta las metas trazadas.

A nuestros docentes que, con dedicación y paciencia, forjaron en nosotros el conocimiento necesario para llegar a desarrollar este trabajo.

A nuestros familiares a todos aquellos que nos ayudaron económicamente como emocionalmente, que siempre están ahí y que son muy incondicionalmente para nosotros, gracias por lo mucho y lo poco que nos dan que con cada sacrificio suyo hemos llegado hasta ahora.

Los autores.



## **Agradecimiento**

A Dios, por permitirnos la vida y la salud de todos los días, para formarnos como profesionales.

A nuestros padres por su apoyo, amor y sacrificio, demostrados en el día a día y por el profundo cariño que les profesamos.

A los docentes de la Escuela Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, por su labor de enseñanza y dedicación en la formación de estudiantes de calidad y, sobre todo, por haber contribuido al desarrollo de nuestras competencias laborales y profesionales.

Los autores.

## Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	v
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEORICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	14
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	16
3.5. Procedimientos .....	17
3.6. Método de análisis de Datos:.....	18
3.7. Aspectos éticos .....	18
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN .....	48
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS .....	62

## Índice de tablas

Tabla 1: Tipo de unidades de albañilería .....	15
Tabla 2: Dosificación según los diseños de mezcla .....	20
Tabla 3: Variación Dimensional por el método de aspersión $f'c=50 \text{ kg/cm}^2$ .....	22
Tabla 4: Variación Dimensional por el método tanque de agua $f'c=50 \text{ kg/cm}^2$ .....	22
Tabla 5: Variación Dimensional por el método de aspersión $f'c=70 \text{ kg/cm}^2$ .....	23
Tabla 6: Variación Dimensional por el método tanque de agua $f'c=70 \text{ kg/cm}^2$ ....	23
Tabla 7: Variación Dimensional por el método de aspersión $f'c=95 \text{ kg/cm}^2$ .....	24
Tabla 8: Variación Dimensional por el método tanque de agua $f'c=95 \text{ kg/cm}^2$ ....	24
Tabla 9: $f'c=50 \text{ kg/cm}^2$ – método tanque de agua .....	27
Tabla 10: $f'c=50 \text{ kg/cm}^2$ – método aspersión.....	27
Tabla 11: $f'c=70 \text{ kg/cm}^2$ – método tanque de agua .....	27
Tabla 12: $f'c=70 \text{ kg/cm}^2$ – método aspersión.....	28
Tabla 13: $f'c=95 \text{ kg/cm}^2$ – método tanque de agua .....	28
Tabla 14: $f'c=95 \text{ kg/cm}^2$ – método aspersión.....	28
Tabla 15: $f'c=50 \text{ kg/cm}^2$ – Método de Tanque de agua.....	30
Tabla 16: $f'c=50 \text{ kg/cm}^2$ – Método de Aspersión.....	30
Tabla 17: $f'c=70 \text{ kg/cm}^2$ – Método de Tanque de agua.....	30
Tabla 18: $f'c=70 \text{ kg/cm}^2$ – Método de Aspersión.....	31
Tabla 19: $f'c=95 \text{ kg/cm}^2$ – Método de Tanque de agua.....	31
Tabla 20: $f'c=95 \text{ kg/cm}^2$ – Método de Aspersión.....	31
Tabla 21: Resistencia a la C. – Tipo I - Método de Tanque de agua.....	33
Tabla 22: Resistencia a la C. – Tipo I - Método de Tanque de agua.....	34
Tabla 23: Resistencia a la C. – Tipo I - Método de Aspersión.....	35
Tabla 24: Resistencia a la C. – Tipo I - Método de Aspersión.....	36
Tabla 25: Resistencia a la C. – Tipo II - Método de Tanque de agua.....	37
Tabla 26: Resistencia a la C. – Tipo II - Método de Tanque de agua.....	38
Tabla 27: Resistencia a la C. – Tipo II - Método de Aspersión.....	39
Tabla 28: Resistencia a la C. – Tipo II - Método de Aspersión.....	40
Tabla 29: Resistencia a la C. – Tipo III - Método de Tanque de agua.....	41
Tabla 30: Resistencia a la C. – Tipo III - Método de Tanque de agua.....	42
Tabla 31: Resistencia a la C. – Tipo III - Método de Aspersión.....	43
Tabla 32: Resistencia a la C. – Tipo III - Método de Aspersión.....	44

## Índice de gráficos y figuras

Gráfico 1. Dosificaciones según diseño de mezcla. ....	21
Gráfico 2. Resumen de Dimensiones promedio de los ladrillos – Métodos.....	25
Gráfico 3. Resumen de % de variación Dimensional –Métodos de curado.....	25
Gráfico 4. Resumen de variación Dimensional vs Norma E0.70.....	26
Gráfico 5. Resumen de alabeo de resultados vs Norma E.070.....	29
Gráfico 6. Resultados de absorción vs Norma E0.70.....	32
Gráfico 7. Método de Aspersión y Tanque de agua. ....	45
Gráfico 8. Resistencia vs Tiempo.....	46
Gráfico N° 9. Resistencia vs Tiempo.....	46
Gráfico N° 10. Resistencia vs Tiempo.....	47

## Resumen

El informe de investigación titulado “Influencia de las técnicas de aspersión y tanque de agua en las propiedades físicas y mecánicas en unidades de albañilería Tipo I, II y III en Nuevo Chimbote - 2021”, tuvo como objetivo general determinar la Influencia de las técnicas de aspersión y tanque de agua en las propiedades físicas y mecánicas en unidades de albañilería Tipo I, II y III en Nuevo Chimbote – 2021.

La investigación estuvo direccionada al diseño no experimental, descriptivo - longitudinal, así mismo, se determinó una población y muestra total de 78 unidades de albañilería (8 de resistencia a la compresión, 6 de absorción, 6 de alabeo y 6 de variación dimensional, estas fueron según el tipo de ladrillo y método de curado). Para la recolección de datos, se aplicó instrumentos de evaluación, los cuales fueron determinados como protocolos, estos estos estuvieron indicados en la norma E.070 y la NTP 399.613 (resistencia a la compresión, alabeo, variación dimensional y absorción).

Luego de la utilización de los instrumentos, se llegó a la conclusión que las técnicas de curado influyen significativamente en las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería, en especial en la resistencia a la compresión, adicionalmente se definió que la técnica que genero mayores aportes, fue el método de tanque de agua, puesto que, al estar en contacto continuo con el agua, se controla mejor la temperatura, prolongando las contracciones internas que se generó en el concreto.

**Palabras Claves:** Unidades de albañilería, propiedades físicas, propiedades mecánicas, aspersión, tanque de agua.

## **Abstract**

The research report entitled "Influence of sprinkler and water tank techniques on the physical and mechanical properties in Type I, II and III masonry units in Nuevo Chimbote - 2021", had the general objective of determining the Influence of the techniques of sprinkler and water tank in the physical and mechanical properties in masonry units Type I, II and III in Nuevo Chimbote - 2021.

The investigation was directed to the non-experimental, descriptive - longitudinal design, likewise, a population and total sample of 78 masonry units were determined (8 of resistance to compression, 6 of absorption, 6 of warping and 6 of dimensional variation, these were according to the type of brick and curing method). For data collection, evaluation instruments were applied, which were determined as protocols, these were indicated in the E.070 standard and the NTP 399.613 (resistance to compression, warping, dimensional variation and absorption).

After the use of the instruments, it was concluded that the curing techniques significantly influence the mechanical properties of the masonry units, especially in the resistance to compression, additionally it was defined that the technique that generated the greatest contributions, was the water tank method, since, being in continuous contact with water, the temperature is better controlled, prolonging the internal contractions generated in the concrete.

**Keywords:** Masonry units, physical properties, mechanical properties, sprinkling, water tank.

## I. INTRODUCCIÓN

El sector construcción con el paso de los años es el que ha generado más empleos a nivel mundial, puesto que interactúa con otros sectores para cumplir con sus objetivos, según Honores (2022) el sector construcción tendrá un alza del 2% a fines del presente año, esto se debe a que los proyectos que fueron paralizados por temas judiciales o de otra índole están retomando sus actividades, adicionalmente la inversión en el sector educación ha incitado a la mejora de centros educativos, de igual modo, la pandemia ha generado la necesidad de implementar nuevos hospitales aptos para suplir las deficiencias que se han podido evidenciar (párr.10).

Por otra parte, Quevedo (2020, p.21) indicó que las edificaciones cuentan con 3 tipo de sistemas estructurales, iniciando por el sistema aporricado, luego el de albañilería confinada y por último el dual o mixta; el sistema que se evaluó fue el de albañilería confinada, ya que, a nivel de Latinoamérica es el más utilizado, debido a que los insumos utilizados en su construcción son más accesibles, teniendo como elemento primordial a los muros o paredes conformados de ladrillos, ante esto, Horna (2015, p.1) resaltó que el sistema de albañilería confinada, es el que presenta mayores deficiencias en su construcción, lo cual, es generado por la calidad de materiales, el proceso constructivo o la mano de obra inexperta, estos factores son los determinantes en una construcción, por otro lado, al identificar la calidad de materiales y conocer el elemento principal de la albañilería confinada se hizo énfasis en las unidades de ladrillo, ya que muchas veces los ladrillos artesanales son los más utilizados, debido al costo y la informalidad que se tiene en la construcción.

Adicionalmente la norma E.070 albañilería (2019, p.11) describió en sus características generales, que las unidades de albañilería pueden ser elaboradas de arcilla, sílice-cal o de concreto, siendo a su vez, huecas, solidas o tubulares.

Por ende, Nuñez (2019, p.67) indicó que el ladrillo de concreto, presenta mejores propiedades físicas y mecánicas que el ladrillo de arcilla; lastimosamente esta unidad de albañilería también presenta ciertas deficiencias en su proceso de

elaboración, ya que requiere de un curado permanente para conseguir una óptima resistencia a la compresión.

Por ello, Gutiérrez y Aguilar (2019, p.40) precisaron que el curado es el proceso utilizado para fomentar la hidratación del cemento, ya que se pretende saturar al concreto y evitar que se eleve a temperaturas muy altas que generen posibles fisuras debido a la baja resistencia obtenida de la unidad de albañilería.

Lastimosamente, este proceso de hidratación a pesar de ser sencillo de aplicar no siempre es utilizado, puesto que por falta de conocimiento o una aplicación empírica del mismo, genera baja resistencia en las unidades de albañilería (Horna, 2015, p.2).

No obstante, los autores Zambrano, Alava y Ruiz (2021, p.6) mencionaron que existe 2 sistemas para conservar la humedad y temperatura del concreto, iniciando con el más común, que es el agua y el otro conocido como aditivo o sellante, cuyo objetivo es tener a las unidades de albañilería con cierta cantidad de humedad para que pueda alcanzar el nivel de resistencia adecuado.

Por eso, se determinó que el curado es un proceso crucial para que el concreto obtenga la resistencia que se requiere, además debe estar libre de impurezas y contaminantes que puedan alterar su funcionalidad (limpio), además se consideró los criterios de la E.070, de Albañilería.

La ciudad de Nuevo Chimbote ubicada en la zona 4 según el mapa de zonificación Sísmica del (Reglamento nacional de edificaciones E.030, 2019, p.68). Además el Perú se encuentra en el famoso cinturón de fuego; motivo por el cual las construcciones de albañilería deben ser elaborados según las normativas vigentes E.030, E.070, lastimosamente esto no se cumple, ya que la mayoría de pobladores elabora sus viviendas de modo informal, con materiales inadecuados, tales como ladrillos de baja calidad o utiliza los incorrectos, de igual modo, cuentan con mano de obra no calificada y procedimientos de construcción poco ortodoxos, teniendo como resultado, viviendas autoconstruidas empíricamente que suelen fallar ante cualquier eventualidad sísmica.



Por otra parte, para la obtención de resultados óptimos, en las propiedades mecánicas y físicas de las unidades de albañilería, se debe tener en cuenta un adecuado proceso de elaboración, iniciando en su preparación, conformación, curado y almacenado. Estos factores son determinantes para la obtención de un ladrillo de calidad.

Tras lo expuesto, en los párrafos anteriores se formuló la siguiente interrogante ¿Cuál es la Influencia de las técnicas de aspersión y tanque de agua en las propiedades físicas y mecánicas en unidades de albañilería Tipo I, II y III en Nuevo Chimbote - 2021?

Continuamente se aplicó la justificación desde el aspecto práctico, puesto que en la ciudad de nuevo Chimbote el curado de unidades de albañilería no se ejecuta correctamente ocasionando que los ladrillos no obtengan su resistencia optima; al estar ubicados en el rango del cinturón de fuego, la ciudad de Nuevo Chimbote es considero como una zona altamente sísmica, por lo cual es crucial tener una buena construcción, iniciando con mano de obra calificada, así como materiales de calidad, por lo cual se elaboró ladrillos de concreto, los cuales aportaran mayor resistencia a través de los métodos de aspersión y tanque de agua, puesto que al iniciar el proceso de fraguado es crucial brindarle a las unidades de albañilería el curado adecuado para obtener su máxima resistencia, mejorando así sus propiedades mecánicas y físicas.

Ahora bien, en el aspecto metodológico, Fernández (2020, p.7) indicó que este criterio de justificación nace por la inquietud del indagador en resolver vacíos en el campo científico, por lo cual surgió la necesidad de elaborar ladrillos de concreto sólidos, ya que a diferencia de los ladrillos de arcilla, los de concreto son fáciles de colocar, de igual modo, presento mejores propiedades físicas y mecánicas, además se aplicó las técnicas de curado para optimizar su resistencia, puesto que, según la E.070 de albañilería menciono que las unidades de albañilería de concreto obtienen su máxima resistencia a los 28 días.

Por otro lado, se elaboró la justificación social y económica puesto que, al mejorar las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de concreto se obtuvo una mayor resistencia a la compresión, lo cual brinda mayor estabilidad a las viviendas

de albañilería, estando a la vanguardia frente a las eventualidades sísmicas, además al utilizar las técnicas de curado por aspersión y tanque de agua se optimizaron costos, ya que el agua es un elemento que está al alcance de la mayoría de pobladores, a diferencia de utilizar algún aditivo para el curado de las unidades de albañilería.

Por lo tanto, se consideró como objetivo general, determinar la Influencia de las técnicas de aspersión y tanque de agua en las propiedades físicas y mecánicas en unidades de albañilería Tipo I, II y III en Nuevo Chimbote – 2021, para cumplir con el objetivo general se planteó los siguientes objetivos específicos, determinar la dosificación de las unidades de albañilería tipo I, II Y III, asimismo, determinar la variación dimensional, absorción y alabeo de las unidades de albañilería tipo I, II y III, de igual modo, determinar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería tipo I, II y III mediante el curado por aspersión y tanque de agua.

Mediante lo descrito en el párrafo anterior se propuso la siguiente hipótesis, las técnicas de aspersión y tanque de agua mejoraran las propiedades físicas y mecánicas en las unidades de albañilería tipo I, II y III en Nuevo chimbote-2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Frente a los recurrentes problemas presentaron las unidades de albañilería, surge la necesidad de revisar estudios referentes al tema, los cuales servirán de respaldo para el informe de investigación, por ello fue necesario conocer algunos trabajos anteriores.

En tal sentido, Jiménez y Ordoñez (2021) en su trabajo de investigación, propuso como primordial objetivo, evaluar el efecto de las técnicas de curado que se emplearon en las unidades de concreto, en especial la resistencia a la compresión, utilizó una metodología no experimental, de tipo descriptivo comparativo, a su vez, determinaron que las muestras que se mantuvieron hidratadas constantemente por las praxis de inmersión en agua de grifo, agua con cal, agua de mar y control de temperatura, forrado con polietileno lograron obtener una mayor resistencia frente a las unidades que quedaron expuestas al medio ambiente ( rociado manual, sin curado, entre otros).

De igual modo, Cárdenas y Robles (2016) en su investigación, plantearon como primordial objetivo determinar y relacionar la resistencia de las unidades estándar y modificadas mediante los métodos de curado de inmersión y exudación en vinipel, utilizaron una metodología de tipo aplicada, direccionada al diseño experimental de tipo descriptivo comparativo, los autores concluyeron que el método de curado por hidratación directa a los 28 días fue superior con 3593.06 psi, ante el método de curado de vinipel con 3156.83 siendo ambos mayores al diseño de mezcla de 3000 psi.

Por su parte, los autores Gutiérrez y Aguilar (2019), en su tesis, propusieron analizar el efecto de las técnicas de curado y tipos de bloque no portante sobre las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería, utilizó una metodología cuantitativa – experimental, se determinó que para el curado por inmersión el bloque tipo III (arriostrado) desarrolló una resistencia de 95 kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual aumento en 1% y 2% al tipo I (dos huecos) y II (tres huecos) consecutivamente. En el curado por aspersion, el bloque tipo III incremento una resistencia de 87 kg/cm<sup>2</sup>, de igual modo, se aumentó en 38% y 23% el tipo I y II consecutivamente. Mientras el curado con membrana, el bloque Tipo III incremento una resistencia

de 76 kg/cm<sup>2</sup>, superior en 7% y 25% al tipo I y II consecutivamente, el bloque Tipo III demuestra una mayor resistencia a la compresión en todos los casos de curado.

Para Janampa (2019), en su proyecto, el autor planteo analizar las características mecánico-físicas de las unidades de albañilería artesanales en la localidad de Uripa, Apurímac-2019, estuvo orientada con un tipo de investigación aplicada, de igual modo presento un diseño experimental en su categoría cuasi experimental – transversal donde se concluyó que el en el alabeo de mampostería artesanal en la ciudad de Uripa, Apurímac, donde se ubican las fábricas de ladrillos Jimenes cóncavos con 1.89 mm y convexos 1.87 mm, ladrillos Huamán 3.09 mm cóncavos y 2.17 mm convexos y finalmente, en la fábrica Flores 1.23 mm cóncavos y 1.5 mm convexo, se concluyó que los tres hornos de ladrillos estaban dentro de los límites permisibles relacionados con la norma E.070, por otra parte respecto al ensayo de compresión ninguna ladrillera de la localidad de Uripa cumple con los estándares mínimos de la norma E.070.

Por otro lado, Nuñez (2019) en su informe de investigación, planteo definir las características mecánicas y físicas de las unidades de albañilería artesanales fabricados con arcilla y concreto, utilizo una metodología no experimental de tipo descriptivo transversal, utilizo un muestreo no probabilístico, determinando que los las unidades de concreto presentaron mayores propiedades mecánico - físicas ante los ladrillos de arcilla, no en su totalidad, pero si la gran mayoría de muestras analizadas, además, concluyo que las unidades de concreto presentaron menor variabilidad dimensional con un 2.43% en relación con las unidades de arcilla con 14.85%, de acuerdo a lo estipulado en la hipótesis.

Continuamente, Rondón (2018), su proyecto Análisis y comparación de diferentes métodos de curado para elaborar concreto con resistencia  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en Arequipa, tuvo como objetivo evaluar y analizar las diferentes técnicas de curado en el concreto y poder llegar a la resistencia  $F'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizo una metodología experimental, elaboro probetas cilíndricas con 3 porcentajes de cemento, para que después se realicen 9 muestras por los diferentes porcentajes de cemento establecido, posteriormente fueron sometidos a las diferentes técnicas de curado para determinar que método es el más adecuado en alcanzar

la resistencia requerida, por otra parte el autor indica que al no realizarse el curado el concreto no obtiene ni el 70% de su resistencia diseñada.

En el mismo contexto, Horna (2015), en su estudio, planteo determinar la influencia del tipo de curado en la resistencia a la compresión axial de la albañilería, aplico una metodología de investigación cuantitativa – experimental, preparó veinticuatro muestras de albañilería con materiales de arcilla y mortero de 1cm de espesor de relación cemento-arena, con el propósito de evaluar su compresión axial. Se dispuso de tres tipos de técnicas de curado: para el primer ensayo no se realizó el curado a las muestras, luego a las muestras se le aplico agua por un tiempo de 7 días, y en la última técnica se aplicó la sustancia química Antisol Sika para el curado. Se determinó que de los resultados obtenidos de compresión axial a los 28 días, el curado que tuvo más relevancia fue el de antisol sika, ya que ayudo a obtener una mayor resistencia frente a los otros métodos aplicados, queda evidenciado que utilizando el curado con aplicación de sustancia química se tuvo mayores beneficios.

Ahora bien, Astopilco (2015) en su informe de investigación, propuso, determinar y relacionar las características mecánico-físicas de los ladrillos de concreto y los elaborados con desperdicio plástico de PVC. Empleo el tipo de investigación aplicada orientada con un diseño experimental en su categoría cuasi experimental y un enfoque cuantitativo, los autores determinaron que las características mecánico-físicas de las unidades de concreto alteradas con desperdicios plásticos de PVC, se incrementaron a excepción de la resistencia a compresión, puesto que los ladrillos diseñados con  $f'c=210$  obtuvieron resultados de 223.99 en promedio, mientras que los que tuvieron adición de PVC obtuvieron 170.32 kg/cm<sup>2</sup>.

En efecto de lo mencionado anteriormente, se acudió a distintas fuentes de información para dar respuesta a los objetivos planteado.

Por ello, se partió desde el sistema estructural, el cual, según Quevedo (2020, p.21) describió que existen 3 tipos de edificaciones, el sistema de albañilería confinada, sistema aporticado y por último sistema dual o mixto. Para el sistema de albañilería confinada el RNE (2017, p. 547) describió que ese sistema estructural tiene como elemento principal sus muros o paredes, los cuales están

constituidos por ladrillos de arcilla o concreto, la transmisión de cargas se realiza de las vigas hacia los muros y estos a los sobrecimientos, los cuales siguen bajando al cimiento finalizando la carga en el suelo; las unidades de albañilería también conocidas como ladrillos son elementos sólidos o huecos, los cuales son recurrentemente empleados para el asentado de muros (INEI, 2018).

Además, la norma E.070 Albañilería (2019, p.11) señaló que el término unidades de albañilería hace referencia a ladrillos y bloques, los cuales utilizan como materia prima la arcilla, sílice-cal o concreto; respaldando lo indicado, Rivas (2018, p.14) precisó que las unidades de albañilería se clasifican por su composición, como describió la norma 0.7 anteriormente, por su proceso de fabricación, por su porcentaje de vacíos y por último por su tamaño de unidad.

Respecto a la composición de los ladrillos de concreto Benavidez y Nuñez (2021, p.2) indicaron que están compuestos de cemento, agua, agregado fino, agregado grueso y confitillo.

Por su parte, Gutiérrez y Aguilar (2019, p. 12) definieron que el concreto es la mezcla de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua, el cemento al estar en contacto con el agua genera una reacción química pasando de un estado plástico a un estado sólido.

Por otra parte, la norma técnica E.070 albañilería (2019, p. 11) indicó que los ladrillos cuentan con 5 tipos, partiendo de un tipo I: Resistencia y durabilidad mínimas con 50 kg/cm<sup>2</sup>, tipo II: Resistencia y durabilidad moderada con 70 kg/cm<sup>2</sup>, tipo III: Resistencia y durabilidad media con 95 kg/cm<sup>2</sup>, Tipo IV: Resistencia y durabilidad alta con 130 kg/cm<sup>2</sup> y tipo V: Resistencia y durabilidad muy alta con 180 kg/cm<sup>2</sup>., estos a su vez pueden ser sólido, alveolar, hueca o tubular, los ladrillos macizos o sólidos obtienen esa definición cuando cuentan con una sección neta de 75%, por otra parte se denomina ladrillo hueco cuando su sección es menor al 75%, además ninguna parte de algún agujero debe estar a menos de 19,1 mm (3/4 de pulgada) de algún borde del ladrillo (NTP 399.601, 2015, p.6)

A su vez, Astopilco (2015, p.21) preciso que los ladrillos de concreto presentan mejores ventajas, tales como uniformidad dimensional, absorción limitada, menor porcentaje de alabeo, así como un posible uso en caravista.

En tal sentido, Gutiérrez y Aguilar (2019, p.40) describieron que el curado es el proceso utilizado para fomentar la hidratación del cemento, ya que se pretende saturar al concreto y evitar que se eleve a temperaturas muy altas que generen posibles fisuras debido a la baja resistencia obtenida de la unidad de albañilería.

Lastimosamente, este proceso de hidratación a pesar de ser sencillo de aplicar no siempre es utilizado, esto es debido a la falta de conocimiento o una aplicación empírica, la cual genera baja resistencia en las unidades de albañilería (Horna, 2015, p.2).

Ante tal situación, Toxement (2016, p.25), sostuvo que en el curado el cemento al tener un grano pequeño suele ser fácil de hidratar, pero al terminar su colocación el cemento se suele hidratar del exterior al interior por lo cual la parte interna es la que menos aprovecha este beneficio, por ello es esencial que luego del fraguado se sature con agua el elemento vaciado para poder completar el proceso, dicho conjunto es el curado. En los primeros días el tiempo de curado es rápido, los 7 días son los primordiales; justo en estos días el concreto adquiere el 60% de su resistencia, por lo cual debe aprovecharse en dotar los elementos de albañilería con agua de forma continua.

Posteriormente para los tipos curado, existen variedad de métodos, aunque todos apuntan al mismo objetivo, el cual es obtener una humedad controlada y una temperatura adecuada, para desarrollar una resistencia óptima.

Por ello, para el método de anegamiento o inmersión Alvarado (2020, p. 19) indicaron que se basa en la sumersión en agua de los elementos de albañilería ya terminado, es usado cuando se trata de losas de pisos, losas aligeradas, pavimentos rígidos o en diferentes lugares en donde es posible realizar un charco a través de un borde o canal de tierra. Así mismo, se debe proveer posibles fugas, ya que caso contrario generaría perjuicios.

Por otro lado, Zambrano, Alava y Ruiz (2021, p.6), sostuvo que el método de curado por rociado de niebla o aspersión es eficaz cuando se trata de altas temperaturas. Así mismo, los aparatos que giran son muy útiles cuando no existe algún perjuicio que el agua pueda gotear fuera del área donde se va realizar el curado. Cuando se trata de estructuras de tipo vertical es recomendable que el método sea por manguera, que es la técnica por aspersión, teniendo mucho cuidado en que la superficie no tenga erosión. Respaldando lo indicado el método por aspersión consiste en la aplicación de agua mediante rociadores los cuales generan gotas finas, para el método indicado se debe evitar aplicar agua mediante chorros puesto que, generara erosión en el elemento utilizado según indicaron los autores (Medina, Aquino y Garavito, 2015, p. 2)

Del mismo modo, Bowles (2015, p.235), señaló que el método de curado con tierra fue aplicado eficientemente en obras pequeñas como construcción de losas o pisos, resaltando que la tierra empleada debe estar libre de partículas mayores de 25mm y no puede tener sustancias peligrosas que puedan perjudicar al concreto, así mismo la arena debe ser limpio y el aserrín deberá estar mojado para poder ser empleado.

Así mismo Mamani, Cabrera y Gallardo (2015, pp.2-3) indicaron que el curado no solo afecta a la resistencia final del concreto, sino que también reduce la permeabilidad y mejora la durabilidad.

Por otra parte, Alvarado (2020, p.19) indicó que existen otras metodologías de curado utilizando selladores, según el ACI 308, se trata de cubrir la superficie del concreto con hojas o membranas, evitando la disminución del agua por efecto de la evaporación.

Posteriormente para determinar las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería, se consideró ciertos requisitos, tales como el alabeo de las unidades de albañilería, considerando el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613, complementando Gutiérrez y Aguilar (2019, p. 34) describieron que si la unidad tiene imperfectos de fabricación en su superficie, es considerado como una falla cóncava o convexa, esta repercute en un mayor espesor de junta lo cual genera poca adherencia con el mortero.



En el mismo contexto, Palacios (2019, p.10) indicó que, para el cambio dimensional, si la mampostería tiene defectos mayores, requerirá más mortero en las juntas y la resistencia del muro disminuirá. En resumen, cuanto mayor sean los defectos de las unidades de concreto, menor será la resistencia a los esfuerzos cortantes y de compresión.

Continuamente la resistencia a la compresión es la capacidad que tiene el elemento al oponerse a fuerzas externas, es decir, es la característica que tiene la unidad seleccionada para resistir cargas aplicadas según el área que ocupe, respaldando lo indicado, Soto y Sánchez (2017, p.9) precisaron que es la propiedad de resistir esfuerzos máximos.

Así mismo, la absorción, fue descrita el ingreso del agua al elemento evaluado, este fue expresado mediante %, consistió en pesar la unidad seca y posteriormente sumergirla, según la NTP (339.604)

Además, los autores indicaron que esta característica hace referencia a la impermeabilidad que tendrá la unidad de análisis, la adherencia de la unidad y por último el mortero, estos factores serán determinantes para la resistencia que puede desarrollar (Duran y Benites, 2017, p.7).

De igual modo, Cañola y Echevarría (2017, p.4) indicaron que una excesiva absorción provoca una reducción relevante en las propiedades mecánicas, puesto que es indicador de porosidad, es decir a mayor porosidad, mayor absorción, pero menor es la densidad y por ende, menor es la resistencia que obtiene el elemento, adicionalmente la humedad por capilaridad genera daños estructurales y estéticos al concreto.

Por si fuera poco, Tavakoli, Hashempour y Heidari (2018, p.1) indicaron que las unidades de concreto deben ser diseñadas con un porcentaje mínimo de porosidad, para frenar el avance de carbonatación, el cual da inicio a la corrosión de los aceros.

Así mismo, Lulichac (2015 p. 27) preciso que un ladrillo poroso no será tan resistente como un ladrillo con mayor densidad, ni resistirá los efectos del tiempo

o cualquier otro fenómeno meteorológico, la variación de su densidad estará asociada a una dosificación distinta, el método de moldeo del ladrillo, entre otros.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación fue aplicada, según Ramírez (2018, p.12) indicó, que la investigación aplicada o práctica, busca la solución de problemas cotidianos y sociales, mediante la obtención de conocimientos recientes, tal es así que se utilizó los conocimientos de las técnicas de curado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto.

Conforme a lo mencionado anteriormente, se tuvo un diseño de investigación no experimental, descriptivo-longitudinal, para Muñoz (2015, p.85) la investigación descriptiva consiste en contemplar fenómenos en su estado base, por ello, no se alteró ninguna variable de estudio, ya que solo se limitó a describir los resultados obtenidos para su posterior análisis, así mismo, se recopiló información en un periodo de tiempo determinado buscando la obtención de su resistencia a los 14 y 28 días.

Adicionalmente se estructuró en un enfoque cuantitativo, ya que la determinación de los objetivos planteados estuvo sujeta a los resultados emitidos por el informe de laboratorio, los resultados fueron procesados mediante la estadística para su posterior análisis y discusión.

#### 3.2. Variables y operacionalización

Según Hernández, Ramos y otros autores (2018, pp.103-105) indicaron que la definición operacional es el proceso detallado que indica cómo se determinarán las variables planteadas, las cuales deberán ser divididas y subdivididas en indicadores, dimensiones, y escala de medición.

- **Variable dependiente:** propiedades físicas y mecánicas en unidades de albañilería tipo I, tipo II y tipo III

Según Lulichac (2015, p.19) describió, que las propiedades físicas son determinadas por las características de la unidad de albañilería, tales como su color, dimensiones, peso, entre otros, mientras que, para las propiedades mecánicas, es la capacidad de los ladrillos de concreto de

resistir fuerzas externas. Para esta variable la definición operacional se dividió en diseño de mezcla, propiedades físicas y propiedades mecánicas, teniendo indicadores tales como resistencia a la compresión de 50 kg/cm<sup>2</sup>, 70kg/cm<sup>2</sup> y 95 kg/cm<sup>2</sup>., de igual modo alabeo, absorción y resistencia a la compresión, se utilizó una escala tipo razón.

➤ **Variable independiente:** técnica de curado por aspersión y tanque de agua

Gutiérrez y Aguilar (2019, p.40) definieron a las técnicas de curado como la etapa de saturación del cemento, manteniendo el control de la temperatura, para la obtención de una resistencia óptima y así evitar las posibles fisuras, se utilizó una escala tipo razón.

En la definición operacional, se dimensiono en técnicas de aspersión y tanque de agua, estas a su vez tuvieron indicadores de 14 y 28 días, a su vez se utilizó una escala tipo razón.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

Ya que la población y muestra están simultáneamente relacionadas, se consideró un total de 78 unidades de ladrillos de concreto. La población fue determinada para muros portantes, de acuerdo con el (RNE E-0.70, 2019, p.11), las unidades son divididas en ladrillos y bloques compuestos por arcilla, silice-cal o concreto, estas a su vez, son macizos, huecos, alveolares o tubulares, designados para muros portantes o no portantes, así mismo los ladrillos son clasificados en 5 tipos, tipo I, II, III, IV y V.

**Población:** N= 78 Unidades de ladrillos de concreto

**Criterio de inclusión:** Presentar <40% de dispersión en los resultados, <12% de absorción, unidades limpias de agentes contaminantes, sin fracturas, fisuras o grietas, adicionalmente debe producir un sonido metálico al ser golpeado con un martillo y debe presentar un color uniforme.

**Criterio de exclusión:** Presentar >40% de dispersión en los resultados, >12% de absorción, unidades con agentes contaminantes, presentar fracturas,

fisuras o grietas, sin presencia de sonido metálico al ser golpeado con un martillo y diversidad de color en la unidad.

Respecto a la muestra de investigación, se basó en la norma técnica 399.604 unidades de albañilería, conformado a base de cemento, arena gruesa, confitillo y agua potable, proveniente de la localidad de Nuevo Chimbote, en lo que respecta a la cantidad de muestras en el ítem 5.2 número de especímenes, de la norma técnica peruana 399.604, se definió seis unidades de albañilería que serán distribuidas en los ensayos de absorción, alabeo, variación dimensional y resistencia a la compresión, por otra parte, para la resistencia a la compresión, en el ítem 7.2.1 de la norma mencionada anteriormente se estableció 3 muestras como mínimo para que sean sometidas a compresión, de igual modo para el ensayo de absorción, en el ítem 8.2 se indicó que se requiere min de 3 muestras para ser sometidas a absorción, continuamente se adjunta la cantidad de unidades que fueron analizadas.

*Tabla 1: Tipo de unidades de albañilería*

TIPO DE LADRILLO	ENSAYOS					
	RESISTENCIA A LA COMPRESION		ABSORCION POR METODO	ALABEO POR METODO	VARIACION DIMENSIONAL POR METODO	TOTAL, DE LADRILLOS A ENSAYAR
	14 DIAS	28 DIAS				
LADRILLO TIPO I	4	4	6	6	6	26
LADRILLO TIPO II	4	4	6	6	6	26
LADRILLO TIPO III	4	4	6	6	6	26
	12	12	18	18	18	<b>78</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Muestra:** 78 unidades de concreto.

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

Se empleo la técnica de la observación, ya que es la forma más común y necesaria en toda investigación, esto se debe a que solo se concentra en la observación de un acontecimiento en su estado natural, por ello se limitó a observar los ensayos que se realizaron a las unidades de ladrillo, dichos resultados fueron resumidos en el informe de laboratorio (Gil, 2016, p.9).

A su vez, los instrumentos utilizados fueron representados mediante protocolos con el fin de cumplir lo estipulado en el RNE capítulo E0.70 de albañilería, estos a su vez fueron complementados por la norma técnica peruana 399.604, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

#### **Protocolos:**

- Resistencia a la Compresión- NTP 399.613 y 399.604
- Variación Dimensional-NTP 399.613 y 399.604
- Alabeo 399.6013
- Absorción 399.604 y 399.613

#### **Validez y Confiabilidad**

Según Hernández y Duana (2020, pp. 51-52) definieron que la confiabilidad nos señala el grado en el que la aplicación reiterada del instrumento al mismo sujeto, produzca resultados equivalentes a los iniciales, por otra parte, la validez hizo referencia al grado en el que un instrumento mide lo que se supone que debe medir o en su defecto lo que se pretende analizar, por otra parte, los instrumentos presentados anteriormente no requieren validación, ya que se encuentran estandarizados por la normativa técnica peruana.

### 3.5. Procedimientos

La elaboración del informe de investigación fue dividido en 3 procesos, para el proceso N°1 se recopiló información referente al tema, partiendo de la realidad problemática, justificación, objetivos, antecedentes, marco teórico y metodología, continuamente se realizó el proceso N°2, denominado obtención de recursos, es decir se adquirió los materiales para la elaboración de unidades de concreto, este proceso consistió en la compra y selección de agregados, así como su posterior traslado al laboratorio, en el cual se desarrollaron los ensayos determinados por la norma técnica E.070, el proceso N° 3 se denominó ensayos según normativa vigente, recepción e interpretación de resultados; culminado los ensayos previos, se procedió a la evaluación de los agregados, esto se realizó para determinar si los agregados cumplen con los estándares mínimos de calidad establecidos en el Manual de ensayo de Materiales, se elaboró el ensayo de granulometría (ASTM C-136, MTC E204), según Sánchez, Betancur y Ocampo (2016, p.4) consiste en separar las partículas de los agregados según su tamaño nominal, mediante diferentes tamices ordenados de forma descendente, a partir de la malla N° 4 hacia arriba es considerado agregado grueso, mientras que de la malla N° 8 hacia abajo se define como agregado fino.

Posteriormente se realizó el ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso (MTC E206), consistió en definir el peso específico seco y saturado durante 24 horas, por otra parte, al tener una diferencia de pesos se determinó el contenido de absorción del agregado.

Por otra parte, también se realizó el peso unitario suelto y compactado (MTC E-203), el cual consistió en una comparación de volúmenes en base a su peso sin compactación y sometido a compactación.

Por último, se realizó el ensayo de contenido de humedad (ASTM 4944, ASMT 4959), el cual consta en someter a los agregados en un proceso de secado para comparar su masa antes y después de estar saturada, posteriormente se define su contenido de humedad.

Culminado los ensayos de los agregados se tomó en cuenta lo estipulado en el RNE 0.70 “albañilería”. Para la elaboración de la mezcla de concreto se procedió a verter la arena, continuamente el agregado grueso, para luego colocar el cemento, todo esto fue mezclado en seco, después se añadió el agua y se mezcló uniformemente, seguidamente se colocó la mezcla de concreto dentro de un molde y con una varilla se procedió a realizar un vibrado para evitar vacíos de aire en la mezcla.

Culminado los ladrillos tipo I, II y III, se colocaron en un lugar estable, para que no se altere el fraguado, esto ocurrió durante 1 día, posteriormente se realizó el curado por 2 métodos distintos, el de aspersion y tanque de agua, sucesivamente se determinó la influencia de los métodos mencionados en las propiedades mecánicas y físicas a los 14 y 28 días, se empleó la NTP 399.604 y 399.613 con el cual se determinó, la variación dimensional, el alabeo, la absorción y por último la resistencia a la compresión. Luego, se realizó la comparación respectiva con la norma E.070 de albañilería, seleccionando las mejores unidades de concreto, al terminar con los ensayos requeridos se hizo el procesamiento de datos mediante la estadística.

### **3.6. Método de análisis de Datos:**

Se empleo el análisis descriptivo, los datos adquiridos fueron procesados mediante instrumentos confiables que recogieron información sin alterar, posteriormente, se procesaron los valores obtenidos en el programa Microsoft Excel haciendo uso de tablas, gráficos, entre otros, a su vez se comparó las técnicas de curado evaluando cuál de los dos métodos apporto mayor beneficio a las propiedades mecánicas y físicas.

### **3.7. Aspectos éticos**

Según precisaron Moscoso y Díaz (2017, p.3), los aspectos éticos son determinantes para definir y desarrollar la investigación ya que estos serán los principios para realizar un trabajo idóneo, por lo que debe estar presente desde el planteamiento hasta la finalización de la investigación, puesto que de ellos dependerá la veracidad del trabajo investigativo.



El informe de investigación estuvo sometido bajo las normativas vigentes, mediante protocolos, por lo cual, se aplicó el principio de beneficencia, el cual consistió en ampliar la base de datos del repositorio UCV, proporcionando más información para los futuros investigadores, además se respetó detalladamente el aporte intelectual que fue sometido bajo el programa Turnitin el cual respaldó la originalidad del trabajo, por último los datos generados en el informe de investigación se mostraron tal cual fueron recolectados, sin ninguna alteración

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Primer objetivo específico

Determinar la dosificación de las unidades de albañilería tipo I, II y III.

De acuerdo al primer objetivo específico se realizó la dosificación de las unidades de albañilería tipo I, II y III mediante el método de diseño 211 ACI, por el cual se logró definir la dosificación adecuada para cada tipo de ladrillo, estos fueron moldeados, fraguados y curados posteriormente.

*Tabla 2: Dosificación según los diseños de mezcla*

RESISTENCIA NORMA (KG/CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (KG/CM <sup>2</sup> )	PROPORCION EN VOLUMEN	PROPORCION EN PESO	MATERIALES POR M3			A/C
				CEMENTO (bls)	PIEDRA (m3)	ARENA (m3)	
TIPO I - 50	50	1:3.8:4.3	1:4.2:3.7	5.4	0.31	0.35	1.00
TIPO II - 70	70	1:3.5:4.2	1:3.9:4.2	5.6	0.32	0.34	0.95
TIPO III - 95	95	1:3.4:3.9	1:3.7:3.3	6.0	0.31	0.34	0.90

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

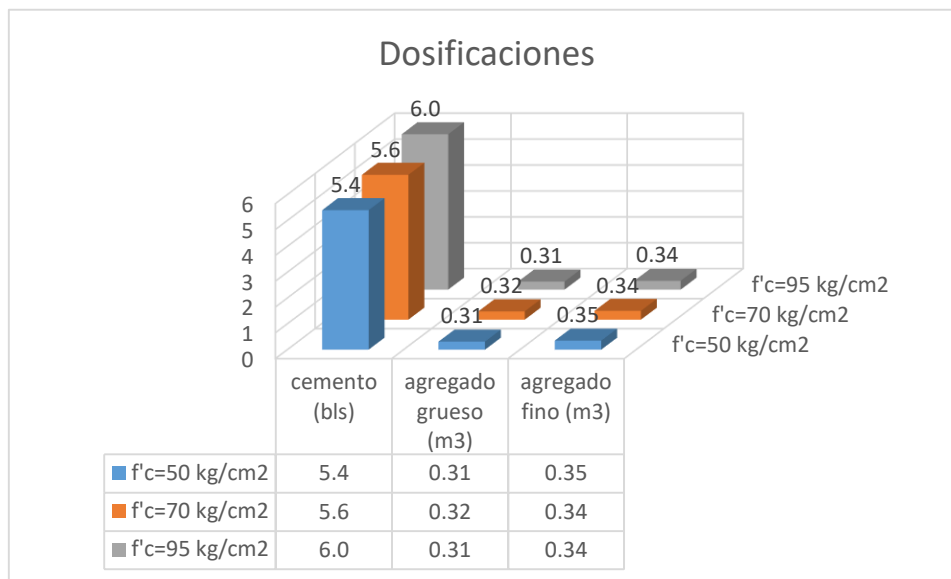


Gráfico 1. Dosificaciones según diseño de mezcla.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** En la Tabla 1, se observó la dosificación de las unidades de albañilería, las cuales fueron definidas según la norma E0.70 de albañilería, se realizó un diseño de ladrillo tipo I, tipo II y tipo III.

**Interpretación:** En el gráfico 1, se visualizó la dosificación de las unidades de albañilería, estas fueron definidas según su resistencia requerida, teniendo una diferencia de cemento por diseño de 3.6% y 6.6%; estas dosificaciones fueron determinadas según el método de diseño 211 ACI.

## 4.2. Segundo objetivo específico

Determinar la Variación dimensional, absorción y alabeo de las unidades de albañilería tipo I, II y III.

*Tabla 3: Variación Dimensional por el método de aspersion  $f'c=50 \text{ kg/cm}^2$*

Espécimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	240	245	241	240	242	132	130	130	135	132	95	92	92	92	93
M-2	243	246	243	245	244	136	131	134	133	134	91	90	93	90	91
M-3	241	240	241	243	241	135	132	131	130	132	90	90	91	92	91
				Dp	242				Dp	132				Dp	92
				De	240				De	130				De	90
				V%	-1				V%	-2				V%	-2

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

*Tabla 4: Variación Dimensional por el método tanque de agua  $f'c=50 \text{ kg/cm}^2$*

Espécimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	241	241	246	243	243	131	135	133	132	133	92	93	90	91	92
M-2	243	240	241	242	242	132	132	135	136	134	94	91	93	92	93
M-3	245	248	240	244	244	130	133	130	134	132	90	92	92	93	92
				Dp	243				Dp	133				Dp	92
				De	240				De	130				De	90
				V%	-1				V%	-2				V%	-2

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 5: Variación Dimensional por el método de aspersión  $f'c=70 \text{ kg/cm}^2$

Espécimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	245	248	241	240	244	135	137	131	136	135	92	91	92	96	93
M-2	241	241	241	241	241	136	134	132	135	134	94	90	95	91	93
M-3	246	243	245	241	244	130	132	130	131	131	95	93	91	90	92
				Dp	243				Dp	133				Dp	93
				De	240				De	130				De	90
				V%	-1				V%	-3				V%	-3

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 6: Variación Dimensional por el método tanque de agua  $f'c=70 \text{ kg/cm}^2$

Espécimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	245	243	245	248	245	132	134	138	134	135	90	94	90	95	92
M-2	241	241	240	240	241	135	130	134	130	132	92	93	92	92	92
M-3	246	246	241	243	244	132	136	131	133	133	91	92	91	93	92
				Dp	243				Dp	133				Dp	92
				De	240				De	130				De	90
				V%	-1				V%	-3				V%	-2

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 7: Variación Dimensional por el método de aspersión  $f'c=95 \text{ kg/cm}^2$

Espécimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	245	245	241	246	244	132	135	134	134	134	92	92	92	90	92
M-2	248	248	240	245	245	138	136	135	135	136	91	94	94	97	94
M-3	246	247	243	241	244	134	131	130	130	131	90	93	93	92	92
				Dp	245				Dp	134				Dp	93
				De	240				De	130				De	90
				V%	-2				V%	-3				V%	-3

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 8: Variación Dimensional por el método tanque de agua  $f'c=95 \text{ kg/cm}^2$

Espécimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	245	244	241	246	244	130	131	130	136	132	94	91	90	92	92
M-2	246	248	240	242	244	132	130	132	131	131	96	92	93	94	94
M-3	241	243	245	243	243	130	136	130	132	132	94	95	91	92	93
				Dp	244				Dp	132				Dp	93
				De	240				De	130				De	90
				V%	-2				V%	-1				V%	-3

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

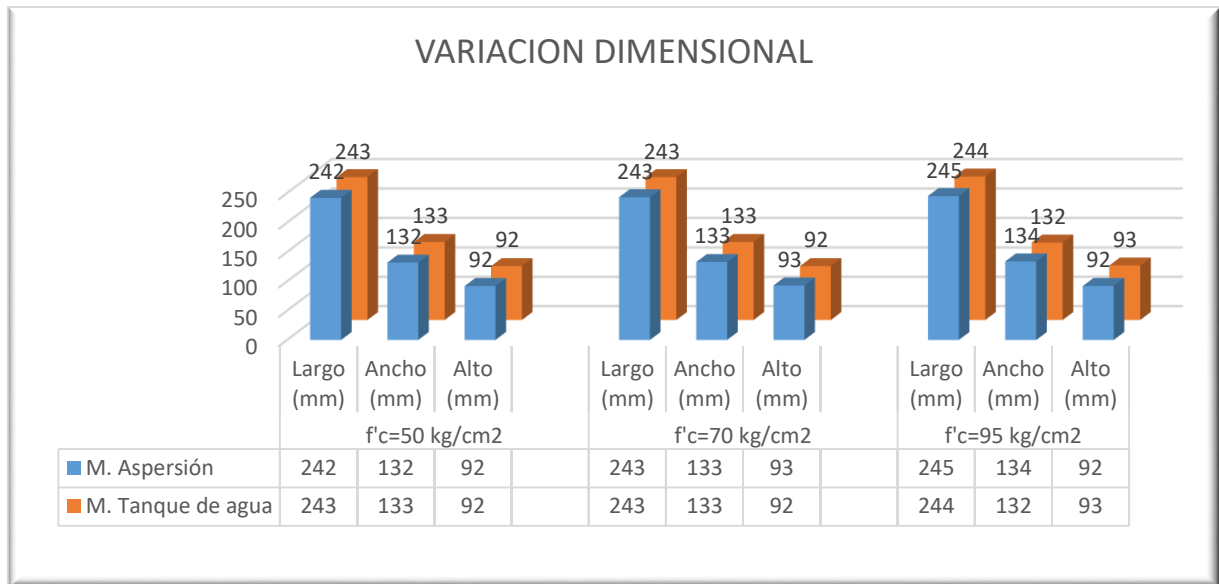


Gráfico 2. Resumen de Dimensiones promedio de los ladrillos – Métodos.

Fuente: Elaboración propia.

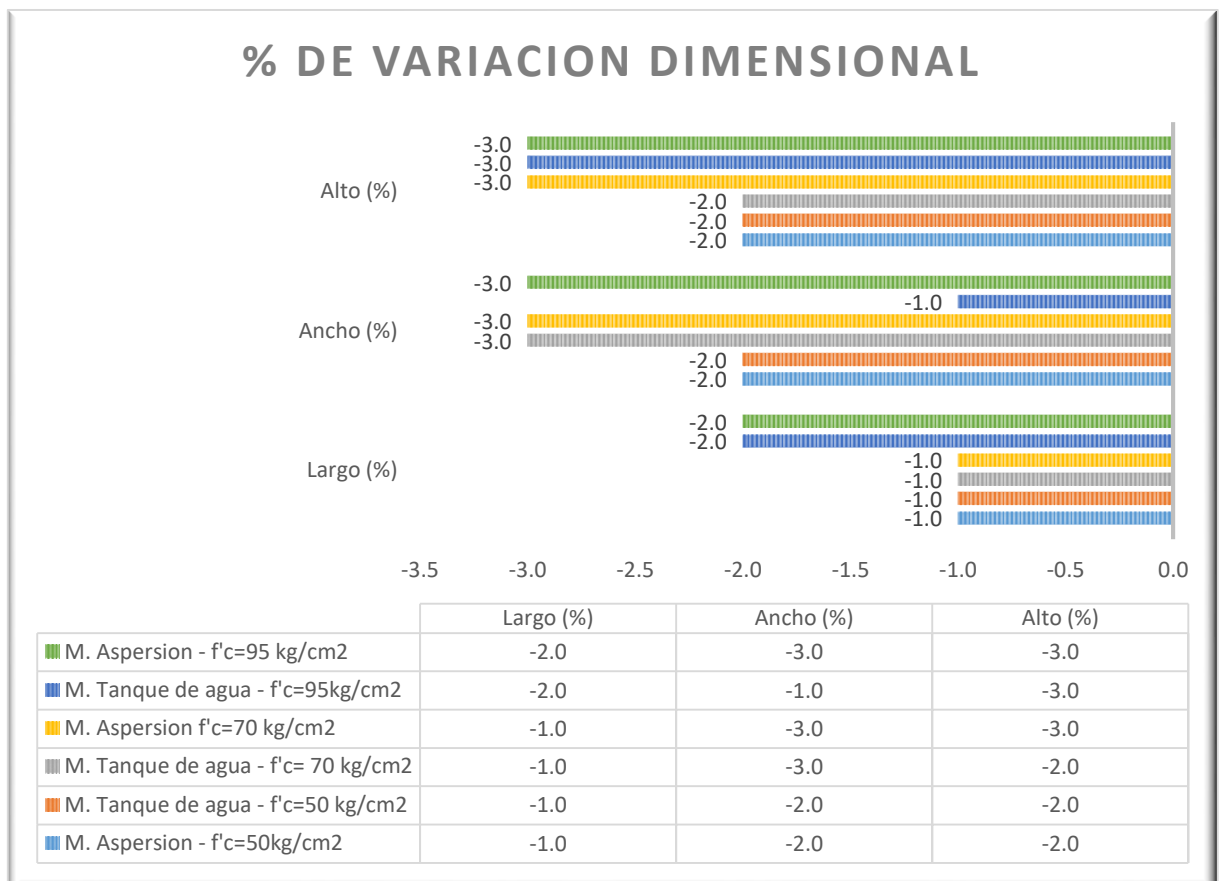


Gráfico 3. Resumen de % de variación Dimensional –Métodos de curado.

Fuente: Elaboración propia.

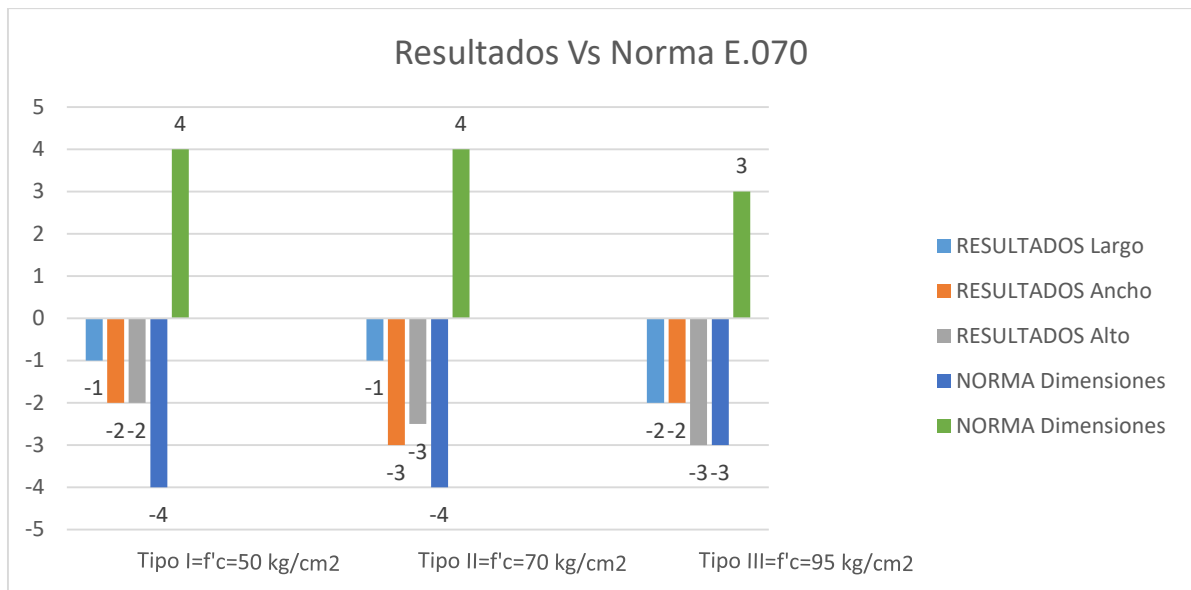


Gráfico 4. Resumen de variación Dimensional vs Norma E0.70.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Desde la Tabla 2 hasta la Tabla 7, se observó los resultados obtenidos del ensayo de variación dimensional de los ladrillos de concreto, estos fueron separados según su método de curado, así como su resistencia indicada.

**Interpretación:** En el gráfico 2, se evidencio el resumen de las dimensiones promedio de los ladrillos de concreto, es decir el promedio de las longitudes, de los anchos y los altos de los ladrillos de concreto.

**Interpretación:** En el gráfico 3, se observó los porcentajes de variación dimensional, hubo diferencia en el ladrillo de 95 kg/cm<sup>2</sup> el cual presento variación en el ancho, mientras que en el ladrillo de 70 kg/cm<sup>2</sup> fue en el alto, estos datos presentaron variación por el método de aspersión.

**Interpretación:** En el gráfico 4, se observó la comparación de los porcentajes de variación dimensional ante la norma E 0.70, en el cual quedó evidenciado que los resultados obtenidos están dentro de los rangos establecidos de diseño.



Posteriormente, se realizó el ensayo de Alabeo:

*Tabla 9:  $f'c=50 \text{ kg/cm}^2$  – método tanque de agua*

Descripción	CARA A		CARA B	
	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
M-01	2	1	0	0
M-02	0	2	0	2
M-03	3	0	1	0
PROMEDIO	0.5	0.3	0.1	0.2

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

*Tabla 10:  $f'c=50 \text{ kg/cm}^2$  – método aspersion*

Descripción	CARA A		CARA B	
	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
M-01	1	0	2	0
M-02	2	0	0	0
M-03	2	1	1	0
PROMEDIO	0.5	0.1	0.3	0

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

*Tabla 11:  $f'c=70 \text{ kg/cm}^2$  – método tanque de agua*

Descripción	CARA A		CARA B	
	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
M-01	1	0	2	1
M-02	3	0	1	0
M-03	0	0	1	3
PROMEDIO	0.4	0	0.4	0.4

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 12:  $f'c=70 \text{ kg/cm}^2$  – método aspersion

Descripción	CARA A		CARA B	
	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
M-01	0	0	1	0
M-02	2	4	3	1
M-03	1	2	2	4
PROMEDIO	0.3	0.6	0.6	0.5

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 13:  $f'c=95 \text{ kg/cm}^2$  – método tanque de agua

Descripción	CARA A		CARA B	
	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
M-01	2	1	3	2
M-02	0	0	4	1
M-03	3	0	0	0
PROMEDIO	0.7	0.1	0.7	0.3

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 14:  $f'c=95 \text{ kg/cm}^2$  – método aspersion

Descripción	CARA A		CARA B	
	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
M-01	3	5	3	0
M-02	4	1	2	0
M-03	1	0	0	2
PROMEDIO	0.8	0.6	0.5	0.2

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

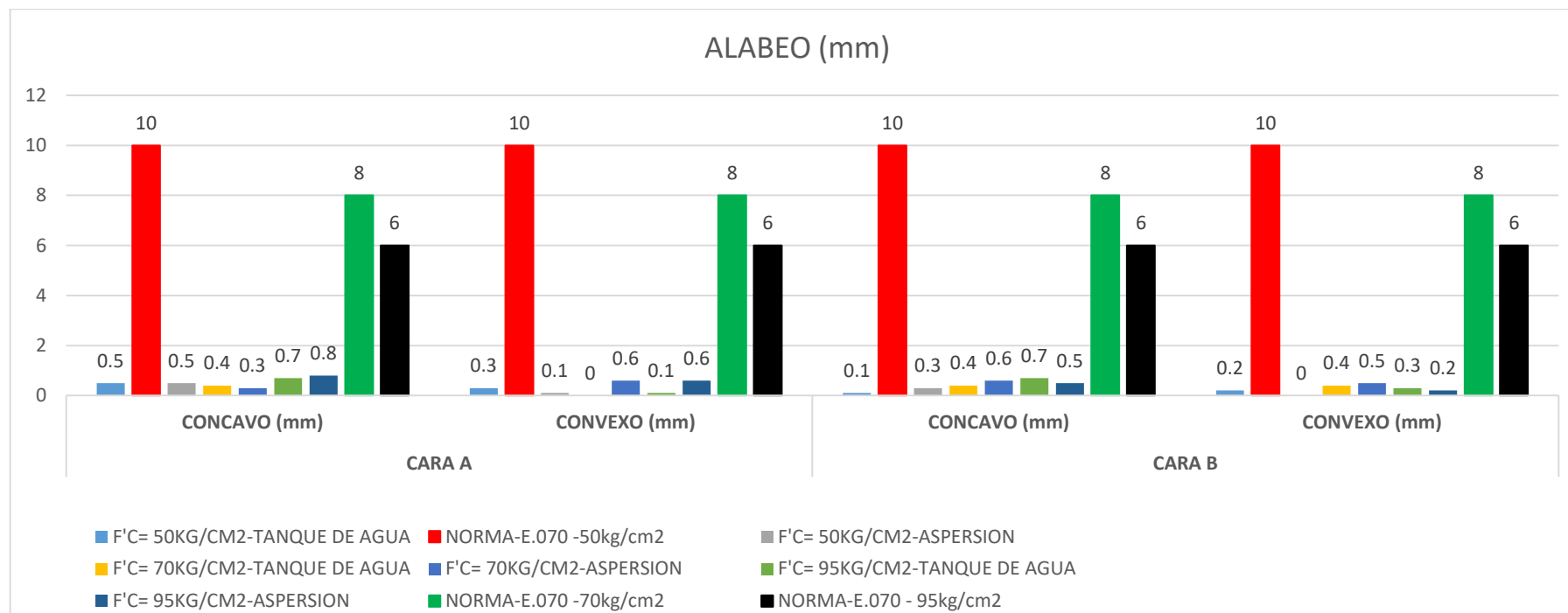


Gráfico 5. Resumen de alabeo de resultados vs Norma E.070.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Desde la Tabla 9 hasta la Tabla 14, se pudo observar los resultados obtenidos del ensayo de alabeo de los ladrillos de concreto, estos fueron separados según su método de curado, así como su resistencia indicada.

**Interpretación:** En el gráfico 5, se evidencio el resumen de los resultados del alabeo de cada diseño según su método de curado en mm comprándolo con la norma E.070.

Continuamente se realizó el ensayo de Absorción

El ensayo consistió en saturar las unidades de albañilería por el método de aspersión y tanque de agua, posteriormente se secó las muestras y se procedió a determinar el % de absorción.

*Tabla 15:  $f'c=50$  kg/cm<sup>2</sup> – Método de Tanque de agua*

Descripción	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
	Peso Saturado (kg)	Peso seco (kg)	Absorción (%)	Absorción promedio (%)
M-01	3.365	3.082	9.18	8.65
M-02	3.258	3.004	8.46	
M-03	3.321	3.066	8.32	

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

*Tabla 16:  $f'c=50$  kg/cm<sup>2</sup> – Método de Aspersión*

Descripción	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
	Peso Saturado (kg)	Peso seco (kg)	Absorción (%)	Absorción promedio (%)
M-01	3.341	3.065	9.00	8.97
M-02	3.285	3.009	9.17	
M-03	3.114	2.864	8.73	

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

*Tabla 17:  $f'c=70$  kg/cm<sup>2</sup> – Método de Tanque de agua*

Descripción	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
	Peso Saturado (kg)	Peso seco (kg)	Absorción (%)	Absorción promedio (%)
M-01	3.216	2.924	9.99	9.77
M-02	3.198	2.925	9.33	
M-03	3.321	3.019	10.00	

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 18:  $f'c=70 \text{ kg/cm}^2$  – Método de Aspersión

Descripción	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
	Peso Saturado (kg)	Peso seco (kg)	Absorción (%)	Absorción promedio (%)
M-01	3.162	2.881	9.75	9.81
M-02	3.298	2.983	10.56	
M-03	3.147	2.884	9.12	

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 19:  $f'c=95 \text{ kg/cm}^2$  – Método de Tanque de agua

Descripción	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
	Peso Saturado (kg)	Peso seco (kg)	Absorción (%)	Absorción promedio (%)
M-01	3.168	2.835	11.75	11.22
M-02	3.098	2.789	11.08	
M-03	3.241	2.924	10.84	

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 20:  $f'c=95 \text{ kg/cm}^2$  – Método de Aspersión

Descripción	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
	Peso Saturado (kg)	Peso seco (kg)	Absorción (%)	Absorción promedio (%)
M-01	3.261	2.941	10.88	11.13
M-02	3.145	2.819	11.56	
M-03	3.285	2.961	10.94	

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

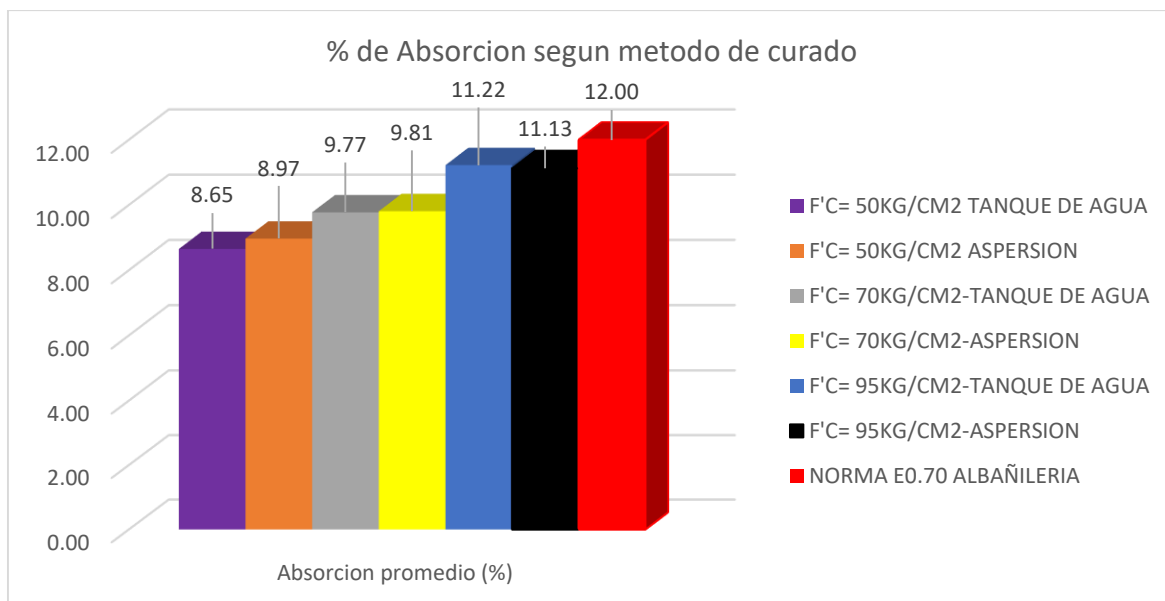


Gráfico 6. Resultados de absorción vs Norma E0.70.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Desde la Tabla 15 hasta la Tabla 20, se observó los resultados obtenidos del ensayo de absorción, en los cuales los 3 tipos de ladrillo estuvieron bajo los parámetros de diseño de la norma E.070; el ladrillo tipo I por el método de curado de tanque de agua tuvo un menor porcentaje de absorción con una diferencia de 0.96% ante el método de absorción, de igual modo para el tipo I la diferencia fue de 1%, por otra parte para el tipo III la diferencia entre los dos métodos fue de 1.01%.

**Interpretación:** En el gráfico 6, se observó el resumen del ensayo de absorción en comparación con los valores de la normativa vigente, además, esta misma norma, indicó que para unidades de concreto el porcentaje de absorción no debe sobrepasar el 12.00%; de los resultados obtenidos se consideró el valor más alto (ladrillo tipo III con un 11.22 % de absorción), por lo cual, se determinó que el valor indicado estuvo por debajo del 12%.

### 4.3. Tercer objetivo específico

Determinar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería tipo I, II y III mediante el curado por aspersion y tanque de agua.

Se procedió con el tercer objetivo, determinando la resistencia de las unidades de albañilería.

Tabla 21: Resistencia a la C. – Tipo I - Método de Tanque de agua

ITEM	IDENTIFICACION Y CARACTERISTICAS DEL LADRILLO							ENSAYO DE ROTURA 50 Kg/cm <sup>2</sup>	
	UNIDAD DE ALBAÑILERIA	FECHA DE MUESTREO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	EDAD (días)	LECTURA (kgf)	f'ce (kg/cm <sup>2</sup> )	f'ce (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica Tanque de agua)	20/04/2022	240.1	132.2	31741	14	13888	44	429
02	Muestra 01 (Técnica Tanque de agua)	20/04/2022	241.3	130.8	31562	14	13397	43	426
							PROMEDIO	44	427

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 22: Resistencia a la C. – Tipo I - Método de Tanque de agua

ITEM	IDENTIFICACION Y CARACTERISTICAS DEL LADRILLO							ENSAYO DE ROTURA 50 Kg/cm <sup>2</sup>	
	UNIDAD DE ALBAÑILERIA	FECHA DE MUESTREO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	EDAD (días)	LECTURA (kgf)	f'ce (kg/cm <sup>2</sup> )	f'ce (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica Tanque de agua)	20/04/2022	241.6	130.8	31601	28	16347	52	507
02	Muestra 02 (Técnica Tanque de agua)	20/04/2022	243.1	131.2	31895	28	16056	50	494
							PROMEDIO	51	501

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.



Tabla 23: Resistencia a la C. – Tipo I - Método de Aspersión

ITEM	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LADRILLO							ENSAYO DE ROTURA 50 Kg/cm <sup>2</sup>	
	UNIDAD DE ALBAÑILERIA	FECHA DE MUESTREO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	EDAD (días)	LECTURA (kgf)	f'ce (kg/cm <sup>2</sup> )	f'ce (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de aspersión)	20/04/2022	238.6	132.9	31710	14	11057	35	342
02	Muestra 02 (Técnica de aspersión)	20/04/2022	241.1	133.5	11419	14	11419	35	348
							PROMEDIO	35	345

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 24: Resistencia a la C. – Tipo I - Método de Aspersión

ITEM	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LADRILLO							ENSAYO DE ROTURA 50 Kg/cm <sup>2</sup>	
	UNIDAD DE ALBAÑILERIA	FECHA DE MUESTREO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	EDAD (días)	LECTURA (kgf)	f'ce (kg/cm <sup>2</sup> )	f'ce (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de aspersión)	20/04/2022	243.8	132.8	32377	28	14380	44	436
02	Muestra 02 (Técnica de aspersión)	20/04/2022	245.1	134.1	32868	28	14801	45	442
							PROMEDIO	45	439

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 25: Resistencia a la C. – Tipo II - Método de Tanque de agua

ITEM	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LADRILLO							ENSAYO DE ROTURA 70 Kg/cm <sup>2</sup>	
	UNIDAD DE ALBAÑILERIA	FECHA DE MUESTREO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	EDAD (días)	LECTURA (kgf)	f'ce (kg/cm <sup>2</sup> )	f'ce (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica Tanque de agua)	21/04/2022	239.8	133.4	31989	14	19780	62	606
02	Muestra 02 (Técnica Tanque de agua)	21/04/2022	243.1	130.9	31822	14	19118	60	589
							PROMEDIO	61	598

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 26: Resistencia a la C. – Tipo II - Método de Tanque de agua

ITEM	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LADRILLO							ENSAYO DE ROTURA 70 Kg/cm <sup>2</sup>	
	UNIDAD DE ALBAÑILERIA	FECHA DE MUESTREO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	EDAD (días)	LECTURA (kgf)	f'ce (kg/cm <sup>2</sup> )	f'ce (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica Tanque de agua)	21/04/2022	242.5	129.8	31477	28	23013	73	717
02	Muestra 02 (Técnica Tanque de agua)	21/04/2022	241.1	132.5	31946	28	23434	73	719
							PROMEDIO	73	718

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 27: Resistencia a la C. – Tipo II - Método de Aspersión

ITEM	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LADRILLO							ENSAYO DE ROTURA 70 Kg/cm <sup>2</sup>	
	UNIDAD DE ALBAÑILERIA	FECHA DE MUESTREO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	EDAD (días)	LECTURA (kgf)	f'ce (kg/cm <sup>2</sup> )	f'ce (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de aspersión)	21/04/2022	241.5	132.5	31999	14	16608	52	509
02	Muestra 02 (Técnica de aspersión)	21/04/2022	243.6	131	31912	14	16136	51	496
							PROMEDIO	51	502

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 28: Resistencia a la C. – Tipo II - Método de Aspersión

ITEM	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LADRILLO							ENSAYO DE ROTURA 70 Kg/cm <sup>2</sup>	
	UNIDAD DE ALBAÑILERIA	FECHA DE MUESTREO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	EDAD (días)	LECTURA (kgf)	f'ce (kg/cm <sup>2</sup> )	f'ce (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de aspersión)	21/04/2022	243.1	132.6	32235	28	20393	63	620
02	Muestra 02 (Técnica de aspersión)	21/04/2022	240.8	132.8	31978	28	20021	63	614
							PROMEDIO	63	617

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 29: Resistencia a la C. – Tipo III - Método de Tanque de agua

ITEM	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LADRILLO							ENSAYO DE ROTURA 95 Kg/cm <sup>2</sup>	
	UNIDAD DE ALBAÑILERIA	FECHA DE MUESTREO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	EDAD (días)	LECTURA (kgf)	f'ce (kg/cm <sup>2</sup> )	f'ce (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica Tanque de agua)	22/04/2022	245.1	133.4	32696	14	27098	83	813
02	Muestra 01 (Técnica Tanque de agua)	22/04/2022	241.6	135.2	326664	14	28052	86	842
PROMEDIO								84	827

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 30: Resistencia a la C. – Tipo III - Método de Tanque de agua

ITEM	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LADRILLO							ENSAYO DE ROTURA 95 Kg/cm <sup>2</sup>	
	UNIDAD DE ALBAÑILERIA	FECHA DE MUESTREO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	EDAD (días)	LECTURA (kgf)	f'ce (kg/cm <sup>2</sup> )	f'ce (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica Tanque de agua)	22/04/2022	241.6	132.5	32012	28	30822	96	944
02	Muestra 01 (Técnica Tanque de agua)	22/04/2022	243.2	130.6	31762	28	31364	99	968
PROMEDIO								98	956

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.



Tabla 31: Resistencia a la C. – Tipo III - Método de Aspersión

ITEM	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LADRILLO							ENSAYO DE ROTURA 95 Kg/cm <sup>2</sup>	
	UNIDAD DE ALBAÑILERIA	FECHA DE MUESTREO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	EDAD (días)	LECTURA (kgf)	f'ce (kg/cm <sup>2</sup> )	f'ce (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de aspersión)	22/04/2022	241.6	132.2	32012	14	23384	73	716
02	Muestra 02 (Técnica de aspersión)	22/04/2022	243.1	130.4	31700	14	22711	72	703
							PROMEDIO	72	709

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

Tabla 32: Resistencia a la C. – Tipo III - Método de Aspersión

ITEM	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LADRILLO							ENSAYO DE ROTURA 95 Kg/cm <sup>2</sup>	
	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	FECHA DE MUESTREO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	EDAD (días)	LECTURA (kgf)	f'ce (kg/cm <sup>2</sup> )	f'ce (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de aspersión)	22/04/2022	244.6	130.9	32018	28	26596	83	815
02	Muestra 02 (Técnica de aspersión)	22/04/2022	241.2	132.4	31935	28	27098	85	832
							PROMEDIO	84	824

Fuente: Informe de Laboratorio Kae Ingeniería.

Elaboración propia.

**Interpretación:** Desde la Tabla 21 hasta la Tabla 32, se observó los resultados obtenidos del ensayo resistencia a la compresión, se aplicó el método de tanque de agua y aspersión, en el cual, los valores obtenidos del método tanque de agua sobrepasaron los parámetros de diseño indicados en la norma E.070 de albañilería.

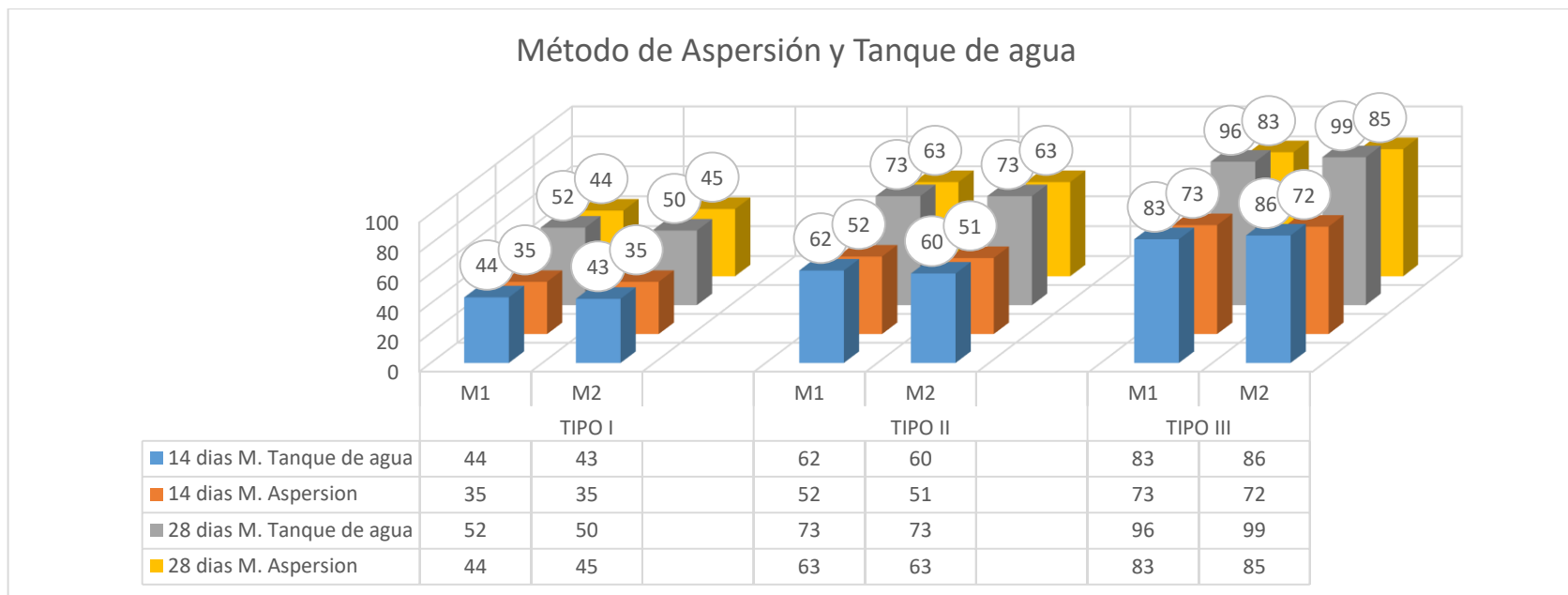


Gráfico 7. Método de Aspersión y Tanque de agua.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se observó en el gráfico 7 que los ladrillos curados por el método tanque de agua a 28 días, presentaron mayor resistencia ante el curado por aspersion, puesto que, al estar saturados en su totalidad controlan mejor la temperatura de las unidades de albañilería; para el tipo I se obtuvo un 13% más de resistencia, de igual modo, el ladrillo tipo II y III obtuvieron un 14% más de resistencia frente a los ladrillos curados por el método de aspersion.

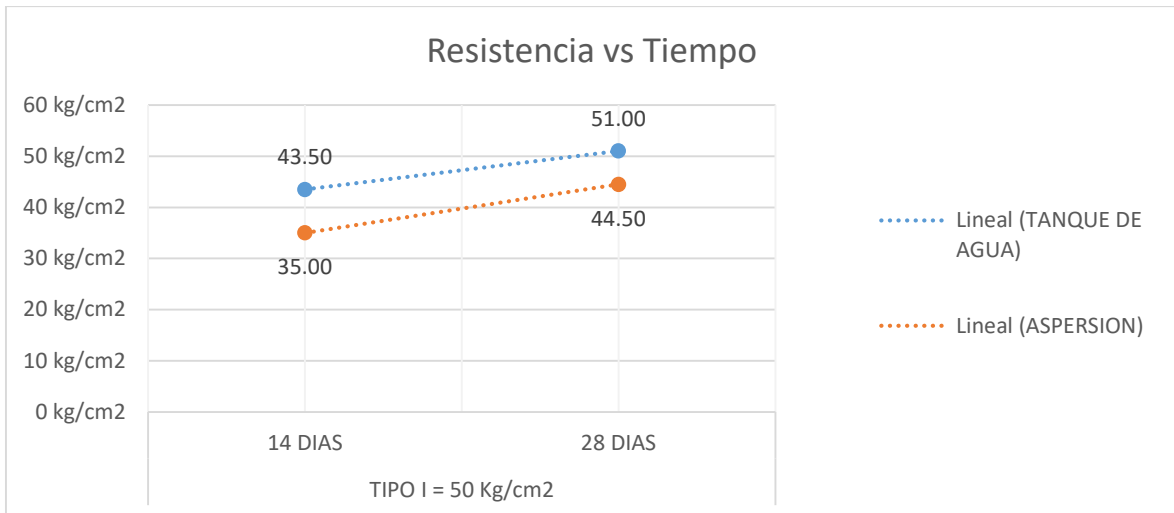


Gráfico 8. Resistencia vs Tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** En el gráfico 8, se observó que la resistencia del ladrillo aumento según el tiempo, además, el método de curado por tanque de agua obtuvo mayor resistencia y estuvo conforme a los valores de diseño de la norma E.070 de albañilería.

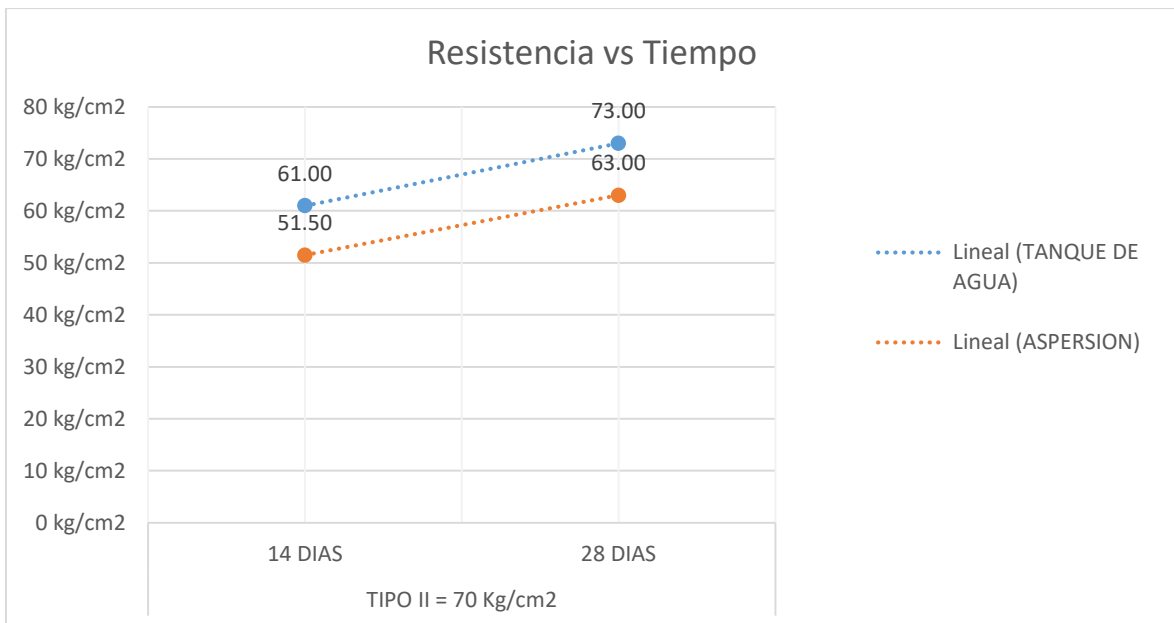


Gráfico N° 9. Resistencia vs Tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** En el gráfico 9, se evidenció un aumento de la resistencia del ladrillo según el tiempo, además, el método de curado por tanque de agua fue superior ante el método de curado por aspersión, adicionalmente la resistencia cumplió con los parámetros de diseño de la norma E.070 de albañilería.

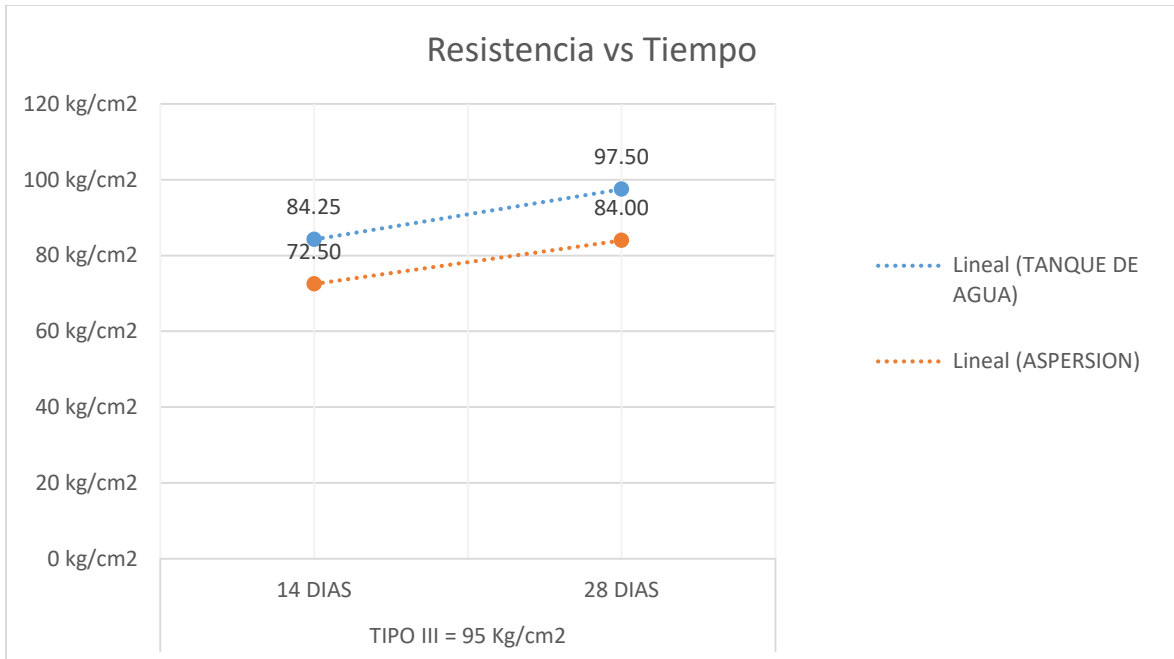


Gráfico N° 10. Resistencia vs Tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** En el gráfico 10, se contempló un incremento en la resistencia del ladrillo según el tiempo, además, el método de curado más óptimo fue del tanque de agua, puesto que estuvo conforme a los valores de diseño de la norma E.070 de albañilería.

## V. DISCUSIÓN

Se realizó los ensayos requeridos según la norma E. 070 de albañilería y bajo criterios de la NTP 399.613, con el único fin de determinar la influencia de las técnicas de aspersión y tanque de agua en los ladrillos tipo I, tipo II y tipo III de concreto.

Adicionalmente, Astopilco (2015, p.21) describió que los ladrillos de concreto presentaron mejores ventajas, tales como uniformidad dimensional, absorción limitada, menor porcentaje de alabeo y un posible uso caravista.

En respuesta al objetivo: determinar la dosificación de las unidades de albañilería tipo I, II y III, se acudió a los aportes de Gutiérrez y Aguilar, los autores tomaron criterios de diseño bajo la norma E.070 de albañilería para bloques no portantes, con lo cual determinaron una resistencia diseño de  $100 \text{ kg/cm}^2$ , en el mismo contexto, para el diseño de mezcla se basaron en el método ACI 211, con el cual definieron una dosificación de 7 bolsas de cemento,  $0.30 \text{ m}^3$  de agregado grueso,  $0.34 \text{ m}^3$  de agregado fino y una relación a/c de 0.734.

Por su parte, Astopilco en su tesis, planteó un ladrillo patrón para muros portantes con una resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , en el cual empleo 8 bolsas de cemento,  $0.35 \text{ m}^3$  de agregado fino y  $0.34 \text{ m}^3$  de agregado grueso, utilizó un diseño de mezcla en base al método ACI 211.

Posteriormente se comparó los resultados obtenidos de los autores indicados anteriormente, con los resultados obtenidos por medio del laboratorio Kae Ingeniería, se observó que a diferencia de los autores, en el informe de investigación se elaboró 3 tipos de ladrillos, se partió de un ladrillo tipo I, luego un tipo II y por último un tipo III, estas unidades tuvieron una resistencia de  $50 \text{ kg/cm}^2$ , de  $70 \text{ kg/cm}^2$  y de  $95 \text{ kg/cm}^2$ , su diseño fue en base a la norma E.070 de albañilería, posteriormente se realizó la comparación con el ladrillo tipo III ya que es el más próximo al diseño de los autores Gutiérrez y Aguilar, se logró evidenciar que el autor tiene 15.8% más de cemento utilizado en su diseño, mientras que para el agregado grueso tiene 3.4% por debajo de los resultados obtenidos, por otra parte, el agregado fino del diseño de los autores coincide con el diseño planteado en el

informe de investigación; en lo que respecta a los valores definidos por el autor Astopilco, no se pudo comparar, puesto que la resistencia que plateo fue muy alta.

Sucesivamente, para el objetivo determinar la Variación dimensional, absorción y alabeo de las unidades de albañilería tipo I, II y III, Gutiérrez y Aguilar en su investigación, indicaron que en el ladrillo tipo I obtuvieron valores de 0.13 % de longitud, 0.89 % de ancho y 0.42 % de alto, para el ladrillo tipo II, valores de 0.67 % de longitud, 0.33 % de ancho y 0.84 % de alto, mientras que para el ladrillo tipo III valores de 1.44 % de longitud, 0.44 % de ancho y 0.37 % de alto.

De igual modo, Nuñez en su tesis, planteó un análisis con un ladrillo tipo I de 52 kg/cm<sup>2</sup>, en el cual, obtuvo variaciones dimensionales de 8.36 % de largo, 14.85% de alto y 0.12 % de ancho.

En torno a lo mencionado anteriormente, se comparó con los resultados obtenidos del laboratorio Kae Ingeniería indicados en los gráficos N°3 y N°4 con los resultados de los autores mencionados, se obtuvo un porcentaje de variación, para el ladrillo tipo I -1% de longitud, -2% de ancho y -2% de alto, para el ladrillo tipo II, se obtuvo -1% de longitud, -3% de ancho y -2.5% de alto, para el ladrillo tipo III, -2% de longitud, -2% de ancho y -3% de alto, por lo cual, se definió que no se tiene relación alguna con los datos indicados por los autores, puesto que, Gutiérrez y Aguilar consideraron para el diseño otras dimensiones, estas fueron de 390 mm de longitud, 90 mm de ancho y 190 mm de alto, mientras que en los resultados se consideró dimensiones de 240 mm de longitud, 130 mm de ancho y 90 mm de alto; en tal sentido, el autor Nuñez indicó unas dimensiones similares de 240 mm de longitud, 130 mm de ancho y 90 mm de alto, pero ni aun así se tuvo relación alguna con los valores planteados en el informe de investigación, además, cabe señalar que los resultados obtenidos de Nuñez están fuera de los parámetros indicados por la norma E0.70 de albañilería.

En otro contexto, los autores Gutiérrez y Aguilar en su tesis, determinaron un alabeo cóncavo de 4 mm estando dentro de los parámetros indicados en la norma E.070 de albañilería, a su vez, el autor Nuñez en su proyecto definió un alabeo máximo cóncavo de 0.21 mm y convexo de 0.06 mm.

En relación a lo descrito en el párrafo anterior, se comparó los resultados de los autores anteriores con los resultados obtenidos del informe de investigación, en el cual se obtuvo valores de alabeo de 0.8mm cóncavo y 0.5mm convexo, además, se evidenció que los resultados obtenidos estuvieron dentro de lo estipulado de la normativa, de igual modo, guardo relación con los resultados obtenidos del autor Nuñez, ante esto, el autor indicó que el alabeo, al igual que la variación dimensional son dos propiedades que definen la altura del muro final, esto ocurre porque al tener dimensiones distintas la altura del muro no será homogénea en toda su extensión, haciendo que el personal encargado de asentar los bloques o ladrillos, usen mayor cantidad de mortero para asentarlos, esto a su vez ocasiona que las juntas sean más gruesas y disminuya su resistencia a la compresión.

Respecto al ensayo de absorción, los autores Gutiérrez y Aguilar, en su trabajo de investigación, obtuvieron valores de 4.04%, 7.08% y 5.68% de absorción para bloques de concreto, de igual modo, Nuñez en su tesis, obtuvo valores de 0.09% de absorción para un ladrillo tipo I.

Ahora bien, se relacionó los resultados del informe de investigación, se tomó los valores obtenidos mediante el método de curado tanque de agua, puesto que estos son los que presentaron un mejor porcentaje de absorción, se obtuvo un 8.65 % para el tipo I, 9.77 % para el tipo II y 11.22 % para el tipo III, cabe resaltar que la norma E 0.70 indicó que las unidades de albañilería deben tener un valor de 12% máximo, con dicha indicación quedo evidenciado que las unidades evaluadas estuvieron dentro de los parámetros de máximos de absorción, además los resultados obtenidos no tuvieron relación alguna con los valores establecidos por los autores, puesto que, los resultados de los autores fueron menores a los que se obtuvo según el laboratorio Kae Ingeniería.

Con relación al objetivo determinar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería tipo I, II y III mediante el curado por aspersión y tanque de agua, Gutiérrez y Aguilar en su tesis, plantearon una evaluación a los 7 y 28 días por el método de inmersión y el método de aspersión, los autores resaltaron que el método de inmersión en poza es el más apropiado, puesto que se lleva un mejor control de la temperatura, por ello, para el tipo III por el método de curado de



inmersión se obtuvo un 38% más de resistencia, de igual modo el tipo II se obtuvo un 23% más de resistencia y por último el tipo I presentó un 25% más de resistencia ante el método de curado por aspersión.

En el mismo contexto, Nuñez en su indagación, utilizó dos métodos de curado, para el ladrillo tipo I, empleó el método de curado por aspersión y tanque de agua, a su vez, realizó la comparación de los ladrillos de arcilla y de concreto, en el cual determinó que los ladrillos de concreto no obtuvieron los resultados esperados, puesto que el ladrillo de arcilla obtuvo una mayor resistencia a los esfuerzos de compresión, por otra parte, respecto a los métodos de curados que empleó, el autor concluyó que el método de curado por inmersión fue superior ante el método de curado por aspersión, dando valores de  $63.01 \text{ kg/cm}^2$  ante  $45.68 \text{ kg/cm}^2$ .

Relacionando lo indicado por los autores anteriores se determinó que se tiene relación con los resultados obtenidos por el laboratorio Kae Ingeniería, puesto que el método de curado de tanque de agua, ayudó a las unidades de albañilería a mejorar sus propiedades mecánicas, en especial el de la resistencia a la compresión, para el tipo I se obtuvo un 13% más de resistencia, de igual modo, para el ladrillo tipo II se obtuvo un 14% de más y por último, para el tipo III, se obtuvo un 14% más que el ladrillo curado por el método de aspersión.

Adicionalmente en el diagrama de ojiva, colocado en el Gráfico 8 se pudo observar que una relación de resistencia-tiempo, en el cual, a mayor cantidad de días, mayor es la resistencia que desarrollo.

Por último, para la metodología, los autores mencionados en la discusión utilizaron los mismos métodos de curado, definiendo que el método de curado de inmersión o tanque de agua, fue el mejor, puesto que controló mejor la temperatura del concreto y prolongó las contracciones internas que se ejecutaron.

## VI. CONCLUSIONES

1. Como conclusión general, se determinó que las técnicas de curado influyen significativamente en las propiedades mecánicas de las unidades de concreto, en especial en la resistencia a la compresión, adicionalmente se definió que la técnica que generó mayores aportes, fue el método de tanque de agua, puesto que, al estar en contacto continuo con el agua, se controla mejor la temperatura, prolongando las contracciones internas que se genera en el concreto.
2. Se determinó la dosificación de las unidades de albañilería confinada, para el ladrillo tipo I -  $F'c=50 \text{ kg/cm}^2$  se obtuvo una proporción en peso de 1:4.2:3.7 y una dosificación de materiales de 5.4 bolsas de cemento, 0.31 m<sup>3</sup> de piedra, 0.35 m<sup>3</sup> de arena y una relación A/C de 1.00; para el ladrillo tipo II -  $F'c=70 \text{ kg/cm}^2$  se obtuvo una proporción en peso de 1:3.9:4.2 y una dosificación de materiales de 5.6 bolsas de cemento, 0.32 m<sup>3</sup> de piedra, 0.34 m<sup>3</sup> de arena, y una relación A/C de 0.95, por último para el ladrillo tipo III -  $F'c=95 \text{ kg/cm}^2$  se obtuvo una proporción en peso de 1:3.7:3.3 y una dosificación de materiales de 6.0 bolsas de cemento, 0.31 m<sup>3</sup> de piedra, 0.34 m<sup>3</sup> de arena y una relación A/C de 0.90.
3. Se determinó la variación dimensional, absorción y alabeo de las unidades de albañilería, se obtuvo un porcentaje de variación para el ladrillo tipo I de -1% de longitud, -2% de ancho y -2% de alto, para el ladrillo tipo II, se obtuvo -1% de longitud, -3% de ancho y -2.5% de alto, para el ladrillo tipo III, -2% de longitud, -2% de ancho y -3% de alto; estos valores cumplieron con la normativa E.070 el cual estableció valores de variación de  $\pm 4$ . Por otra parte, para el ensayo de absorción se consiguió valores de 8.65 % para el tipo I, 9.77 % para el tipo II y 11.22 % para el tipo III, estos datos se obtuvieron mediante el método de curado de tanque de agua, por otra parte, para el curado por aspersión fue de 8.97 %, para el tipo I, 9.81 % para el tipo II y 11.13 % para el tipo III, cabe resaltar que la norma E 0.70 indicó que las unidades de albañilería deben tener un valor de 12% máximo de absorción. Por otra parte, para el ensayo de alabeo de las unidades de albañilería tipo I, II y III, se obtuvo valores de 0 - 0.6 mm para el lado convexo y para el lado cóncavo valores de 0.3 - 0.8mm, estos valores se

encontraron dentro de la norma E.070, el cual indicó valores de 10mm para el tipo I, 8 mm para el tipo II y 6mm para el tipo III.

4. Se determinó la resistencia a la compresión de las unidades planteadas mediante el método de curado tanque de agua, puesto que es el método más óptimo para mejorar las propiedades mecánicas del ladrillo, para el ladrillo tipo I se obtuvo una resistencia  $F'c = 51 \text{ kg/cm}^2$ , para el ladrillo tipo II una resistencia de  $F'c = 73 \text{ kg/cm}^2$  y para el ladrillo tipo III una resistencia de  $F'c = 98 \text{ kg/cm}^2$ , estos valores estuvieron conforme a los valores de diseño de la norma E.070 de albañilería.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a los futuros indagadores:

1. Incorporar más tipos de ladrillos, así como los aditivos sellantes para relacionarlos y determinar que método generara mayor influencia en las propiedades mecánicas, además se deberá realizar un presupuesto por cada método de curado.
2. Respetar los parámetros de diseño del ACI 211, a su vez, seleccionar los materiales óptimos para obtener el mejor desempeño, además, mientras mayor sea la rugosidad del agregado mejor será adhesión de la mezcla.
3. Modelar bien la muestra para evitar porcentajes altos de variación dimensional y alabeo, a su vez seleccionar una superficie totalmente plana para la toma de datos de alabeo, variación dimensional y absorción.
4. Colocarse los EPPs requeridos según el ensayo que corresponda, además se deberá revisar que la muestra no este fisurada o dañada antes de ser sometido a esfuerzos, puesto que estas fallas no permitirán su completo desarrollo de la unidad evaluada.

## REFERENCIAS

ALVARADO, Jimena. Variación de la resistencia a compresión del concreto 210, 245, 280 kg/cm<sup>2</sup> frente a diferentes métodos de curado, Lima - 2019. [En línea]. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 73 pp. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56063>

ASTOPILCO, Alexander. Comparación de las propiedades físico mecánicas de unidades de ladrillos de concreto y otros elaborados con residuos plásticos de pvc, Cajamarca, 2015. [En línea]. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Perú: Universidad privada del norte, 2015.99 pp. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/pHAFbfp>

BENAVIDEZ, Diana, NUÑEZ, Claudia. Characterization of concrete brick with hydrated lime and recycled PET plastic. [En línea]. Cajamarca. 2021 [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/0HAB0iY>

ISSN: 2663-6360

BOWLES, Joseph. Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil. [En línea]. 2da ed. México, LIBROS McGRAW-HILL DE MEXICO. S.A. DE C.V. 2015. 249pp. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/rHSoZod>

ISBN: 968-451-046-2

CAÑOLA Y ECHEVARRIA. Concrete blocks with bitumen emulsion for foundation walls. [En línea]. Ingeniería y Desarrollo, vol. 35, núm. 2, pp. 491-512, 2017. [Fecha de consulta: 04 de Marzo de 2022].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/852/85252030013/movil/>

ISSN: 0122-3461

CARDENAS, Néstor ROBLES, Sara. Comparación de la resistencia del concreto normal a la compresión, mediante el proceso de curado por el método de hidratación directa o inmersión vs exudación por recubrimiento en Vinipel. [En

línea]. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Colombia: Universidad, Universidad católica de Colombia. 2016. 88 pp. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/sHStgZh>

DURAND, Rocio y BENITES, Luis. Soil-cement masonry units as an alternative to sustainable construction. [En línea]. Rev. Cienc. Tecnol. 13(1): 21-32. 2017. [Fecha de consulta: 04 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/MHSsd0d>

ISSN: 1810-6781

FERNANDEZ, Soil-cement masonry units as an alternative to sustainable construction. [En línea]. Rev. Cienc. Tecnol. 13(1): 21-32. 2017. [Fecha de consulta: 04 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/MHSsd0d>

ISSN: 1810-6781

GIL, Juan. Técnicas e instrumentos para la recogida de información [en línea]. Madrid: Editorial UNED, 2016. 307 pp. [Fecha de consulta: 04 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://n9.cl/yq7c8>

ISBN: 978-84-362-6995-6

GUTIERREZ, Segundo y AGUILAR, Josely. Influencia de las técnicas de curado y tipos de bloque no portante sobre la resistencia a la compresión, absorción y densidad de unidades de albañilería. [En línea]. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Perú: Universidad nacional de Trujillo. 2019. 202 pp. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12742>

HERNANDEZ, Sandra y DUANA, Danae. Data collection techniques and instruments. [En línea]. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA. Vol.9, No. 17. 2020. [Fecha de consulta: 04 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/issue/archive>

ISSN: 2007-4913

HERNÁNDEZ, Arturo [et al]. Metodología de la investigación científica. [en línea]. 1º ed. Els Alzamora. 2018.174 pp. [Fecha de consulta: 08 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://n9.cl/bdb1o>

ISBN: 978-84-948257-0-5

HONORES, Miguel. La cámara. Revista digital de la cámara de comercio de Lima [en línea]. 2022. [Fecha de consulta: 04 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/yHSEEA>

HORNA, María. Influencia del tipo de curado en la resistencia a la compresión axial de la albañilería. [En línea]. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Perú: Cajamarca. Universidad privada del norte. 2015. 150 pp. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/8HSE6K4>

INEI, Miguel. La cámara. Revista digital de la cámara de comercio de Lima [en línea]. 2022. 72 pp. [Fecha de consulta: 04 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/rHSTNij>

JANAMPA, Wilfredo. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería artesanales en la localidad de Uripa, Apurímac - 2019. [En línea]. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Perú: Lima. Universidad Cesar Vallejo. 2020. 118 pp. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/8HSZ4pf>

JIMENEZ, Zareth, ORDOÑEZ, David. Análisis de la influencia de las técnicas empleadas para el curado de cilindros de concreto hidráulico sobre la resistencia a la compresión. [En línea]. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Perú: Lima. Universidad de la Costa. 2021. 113 pp. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/8211>

LULICHACZ, Fanny. Determinación de las propiedades físico - mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca. [En línea]. Tesis (Título para

Ingeniero Civil). Perú: Lima. Universidad privada del Norte. 2015. 137 pp. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/8211>

MAMANI, Lourdes; CABRERA, Ronald y GALLARDO, Verónica. Influencia de diferentes condiciones de curado por riego en la resistencia a flexión y al congelamiento de losetas tipo doble s. Instituto de ensayo de Materiales. [En línea]. 2015. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/WHSBeEw>

MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES, Sección 05. [En línea]. Perú. INN, 2016.1269 pp. [Fecha de consulta: 01 de noviembre de 2019].

Disponible en: <https://n9.cl/apl74>

MEDINA, Wilson y Garavito Julio. The curing concrete at construction. V Congreso Internacional de Ingeniera Civil. [En línea]. 2015. [Fecha de consulta: 01 de marzo de 2022].

Disponible: <https://cutt.ly/9HSBSKR>

MOSCOSO, Luisa y DÍAZ, Luz. Ethical aspects in qualitative research with children. [En línea]. Revista Latinoamericana de Bioética, 18(1), 51-67. 2017. [Fecha de consulta: 04 de Marzo de 2022].

Disponible: <http://www.scielo.org.co/pdf/rlb/v18n1/1657-4702-rlb-18-01-00051.pdf>

MUÑOZ, Carlos. Metodología de la investigación. [En línea]. 1º ed. Editorial progreso S.A. 2015. 307 pp. [Fecha de consulta: 08 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/0HSN9rx>

ISBN: 9786074265422

NORMA E 0.70. Propuesta de norma E.070 Albañilería. [En línea]. 2019. 65 pp. [Fecha de consulta: 08 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/kHSMcnQ>



NORMA TÉCNICA PERUANA 399.613. MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing clay bricks used in masonry work. [En línea]. 2da ed. INACAL/DN.2017. 15pp. Fecha de consulta: 08 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://pdfcoffee.com/qdownload/ntp-399-613-pdf-5-pdf-free.html>

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.601. MASONRY UNITS. Concrete Brick. Requeriments. [En línea]. 2da ed. INACAL/DN.2015. 16pp. [Fecha de consulta: 08 de marzo de 2022].

Disponible: <https://es.scribd.com/document/358389512/NTP-399-601>

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.604. MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing concrete masonry units. [En línea]. 1ra ed. 2002. 16pp. [Fecha de consulta: 08 de Marzo de 2022].

Disponible: <https://cutt.ly/AHDrLj3>

NUÑEZ, Kevin. Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos Artesanales fabricados con arcilla y concreto. [En línea]. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Perú: Cajamarca. Universidad privada del norte. 2019. 129 pp. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14775>

PALACIOS, Abraham. Influencia del curado acelerado con agua hirviendo en la resistencia temprana del concreto - Perú, 2019. [En línea]. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Perú: Piura. Universidad nacional de Piura. 2019. 159 pp. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible: <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1936>

QUEVEDO, Elena. Metrados en edificaciones de albañilería confinada. [En línea]. 2º ed. Editora gráfica real S.A.C. 2020. 247 pp. [Fecha de consulta: 08 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://docer.com.ar/doc/snsx85e>

ISBN: 2020-03365

RAMIREZ, Mayra. Influencia del Tiempo de Exposición al Agua en la Resistencia a la Compresión (F´M) de Prismas de Albañilería Fabricados con Ladrillos Artesanales e Industriales de Arcilla en la Ciudad de Arequipa. [En línea]. Tesis

(Título para Ingeniero Civil). Perú: Piura. Universidad nacional de Piura. 2018. 159 pp. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8381>

RIVAS. Miguel. Análisis técnico-económico-comparativo entre sistemas estructurales de albañilería confinada y albañilería armada en una vivienda de 03 niveles en la ciudad de Piura. [En línea]. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Perú: Piura. Universidad nacional de Piura. 2018. 219 pp. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8381>

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. [En línea]. Perú. 2021.1285 pp. [Fecha de consulta: 01 de marzo de 2022].

Disponible: <https://cutt.ly/EHS4pIX>

NORMA TÉCNICA E.030 DISEÑO SISMORESISTENTE. [En línea]. Perú. 2019.80pp. [Fecha de consulta: 01 de marzo de 2022].

Disponible: <https://cutt.ly/zHS4AuX>

RONDON, Paul. Análisis y comparación de diferentes métodos de curado para elaborar concreto con resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Arequipa. [En línea]. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Perú: Piura. Universidad católica de Santa María. 2018. 222 pp. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/mHS7MWg>

Sánchez, J., Betancur, J., & Ocampo, L. (2016). Granulometric analysis and comminution for a cobalt recovery process from mobile phones batteries. [En línea]. Gestión y Ambiente, 19(2), 240-251. 2016. 12pp. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/IHS6L1w>

SOTO, Gabriela y SANCHEZ, Laura. Estudio comparativo de la resistencia a la compresión, absorción y dimensionamiento del ladrillo rafón producido en quimistán, chamelecón y florida, honduras. Ciencia y tecnología. [En línea]. 2017. 20pp. [Fecha de consulta: 04 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/SHDqyGk>

TAVAKOLI, Davoud, HASHEMPOUR, Masoumeh, HEIDARI Ali. Using of Backpropagation Neural Network in Estimation of Compressive Strength of Waste Concrete. [En línea]. Rev. Journal of Soft Computing in Civil Engineering. 1-1, :54–64. 2017. [Fecha de consulta: 04 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/gHDqBZe>

TOXEMENT. Guía básica para el curado del concreto. [En línea]. 2016. 6pp. [Fecha de consulta: 04 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/THDedA8>

ZAMBRANO, Luis, ALAVA, Ronnie, RUIZ, Wilter. Application of curing methods and their influence on the compression strength of concrete. [En línea]. Revista Gaceta Técnica. Artículo de Investigación. 23(1), 35-47.2022. [Fecha de consulta: 04 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.51372/gacetaTécnica231.4>

ISSN: 2477-9539

**ANEXOS**

**ANEXO 1-**  
**DECLARATORIA DE**  
**AUTENTICIDAD**  
**AUTORES**


## Declaratoria de Originalidad de Autores


Nosotros, Escalante Sare Max Erick y Romero Bayona Hernan Miguel, estudiantes de la Facultad de Ingeniera Civil y Escuela Profesional de Ingeniera de la Universidad Cesar Vallejo Sede Chimbote, declaramos bajo juramento que todos los datos e informacion que acompañan a la tesis: "Influencia de las técnicas de aspersión y tanque de agua en las propiedades físicas y mecánicas en unidades de albañilería Tipo I, II y III en Nuevo Chimbote - 2021", es de nuestra autoría, por lo tanto declaramos que la tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda la cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Nuevo Chimbote 09 de Julio del 2022

Escalante Sare Max Erick	
DNI: 45978790	Firma 
ORCID: 0000-0001-6035-5485	

Romero Bayona Hernan Miguel	
DNI: 70843168	Firma 
ORCID: 0000-0002-2278-4374	

**ANEXO 2-**  
**DECLARATORIA DE**  
**AUTENTICIDAD ASESOR**

**ANEXO 3-MATRIZ DE  
OPERACIONALIZACION  
DE VARIABLES**



**Tabla 33: Matriz de Operacionalización de Variable**

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<b>TÉCNICAS DE CURADO</b>	Gutiérrez y Aguilar (2019, p.40) definieron que es la etapa de saturación del cemento, manteniendo el control de la temperatura, para la obtención de una resistencia optima y así evitar las posibles fisuras	Determinar la influencia del curado por aspersión y tanque de agua.	CURADO POR ABSORCION Y TANQUE DE AGUA	14	RAZON
				28	
<b>PROPIEDAS FISICAS Y MECANICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA TIPO I, TIPO II Y TIPO II</b>	Las propiedades físicas y mecánicas dependen de muchos factores dentro de Su mezclado, conformación, curado y almacenado. (Lulichac, 2015, p.19)	Determinar el comportamiento del curado en las propiedades físicas y mecánicas en los elementos de albañilería.	DOSIFICACIÓN PARA UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, TIPO II Y TIPO II	-Agregado Fino y confitillo. -Cemento Portland. -Agua libre de impurezas.	RAZON
			PROPIEDADES FÍSICAS	-Alabeo. -Absorción.	RAZÓN
			PROPIEDADES MECÁNICAS	- Resistencia a la compresión.	RAZÓN

# **ANEXO 4-INSTRUMENTO DE RECOLECCION**



<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-ALB-03
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	012 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	06/05/2022

### ALABEO

(NTP 399.613)

Muestra: 95 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Aspersión

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	3	5	3	0
M-02	4	1	2	0
M-03	1	0	0	2
Promedio	0.80	0.60	0.50	0.20

Concavo: 0.65 mm

Convexo: 0.40 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.



Vicente Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 15067





<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-ALB-02
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	02 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	05/05/2022

**ALABEO**  
(NTP 399.613)

Muestra: 70 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Aspersión

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	0	0	1	0
M-02	2	4	3	1
M-03	1	2	2	4
<b>Promedio</b>	<b>0.30</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	<b>0.50</b>

Concavo: 0.45 mm

Convexo: 0.55 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.



**Vicente Alfonso Herrera Lázaro**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 215067







**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-ALB-01
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	02 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	04/05/2022

**ALABEO**  
(NTP 399.613)

Muestra: 50 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Aspersión

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	1	0	2	0
M-02	2	0	0	0
M-03	2	1	1	0
Promedio	0.50	0.10	0.30	0.00

Concavo: 0.40 mm

Convexo: 0.05 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

  
Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 116087





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

**KAE Ingeniería**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

**TESIS :** INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021 **REGISTRO N° :** CC-ITA-ALB-03  
**SOLICITA :** ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL **PÁGINA N° :** 01 de 02  
**UBICACIÓN :** Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash **FECHA :** 06/05/2022

**ALABEO**  
(NTP 399.613)

Muestra: 95 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Tanque de Agua

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	2	1	3	2
M-02	2	0	4	1
M-03	3	0	0	0
Promedio	0.70	0.10	0.70	0.30

Concavo: 0.70 mm

Convexo: 0.20 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.



Vicent Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 116087







<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-ALB-02
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	05/05/2022

**ALABEO**  
(NTP 399.613)

Muestra: 70 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Tanque de Agua

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	1	0	2	1
M-02	3	0	1	0
M-03	0	0	1	3
Promedio	0.40	0.00	0.40	0.40

Concavo: 0.40 mm

Convexo: 0.20 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.



Vicente Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 215007





<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-ALB-01
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	04/05/2022

**ALABEO**  
(NTP 399.613)

Muestra: 50 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Tanque de Agua

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	2	1	0	0
M-02	0	2	0	2
M-03	3	0	1	0
<b>Promedio</b>	<b>0.50</b>	<b>0.30</b>	<b>0.10</b>	<b>0.20</b>

Concavo: 0.30 mm

Convexo: 0.25 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.



**Alfonso Herrera Lázaro**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CH. N° 19087







<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-VD-01
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	04/05/2022

### VARIACIÓN DIMENSIONAL

(NTP 399.604 y NTP 399.613)

**Muestra:** 50 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Tanque de Agua      **Largo:** 240mm      **Ancho:** 130mm      **Alto:** 90mm

Especimen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	241	241	246	243	243	131	135	133	132	133	92	93	90	91	92
M-2	243	240	241	245	242	132	132	135	136	134	94	91	93	92	93
M-3	245	248	240	242	244	130	133	130	134	132	90	92	92	93	92
				<b>Dp</b>	243				<b>Dp</b>	133				<b>Dp</b>	92
				<b>De</b>	240				<b>De</b>	130				<b>De</b>	90
				<b>V (%)</b>	-1				<b>V (%)</b>	-2				<b>V (%)</b>	-2

**Observación:** Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

  
Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 16007





<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-VD-01
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	02 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	04/05/2022

**VARIACIÓN DIMENSIONAL**  
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

**Muestra:** 50 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Aspersión

**Largo:** 240mm

**Ancho:** 130mm

**Alto:** 90mm

Especimen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	240	245	241	240	242	132	130	130	135	132	95	92	92	92	93
M-2	243	246	243	245	244	136	131	134	133	134	91	90	93	90	91
M-3	241	240	241	243	241	135	132	131	130	132	90	90	91	92	91
				<b>Dp</b>	242				<b>Dp</b>	132				<b>Dp</b>	92
				<b>De</b>	240				<b>De</b>	130				<b>De</b>	90
				<b>V (%)</b>	-1				<b>V (%)</b>	-2				<b>V (%)</b>	-2

**Observación:** Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

  
KAE Ingeniería  
Víctor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 216087







<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-VD-02
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	05/05/2022

### VARIACIÓN DIMENSIONAL

(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: 70 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Tanque de Agua      Largo: 240mm      Ancho: 130mm      Alto: 90mm

Especimen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	245	243	245	248	245	132	134	138	134	135	90	94	90	95	92
M-2	241	241	240	240	241	135	130	134	130	132	92	93	92	92	92
M-3	240	246	241	243	243	132	136	131	133	133	91	92	91	93	92
				Dp	243				Dp	133				Dp	92
				De	240				De	130				De	90
				V (%)	-1				V (%)	-3				V (%)	-2

**Observación:** Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

  
Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. PROF. N° 16087





<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-VD-02
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	02 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	05/05/2022

**VARIACIÓN DIMENSIONAL**  
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: 70 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Aspersión

Largo: 240mm

Ancho: 130mm

Alto: 90mm

Especimen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	245	248	241	240	244	135	137	131	136	135	92	91	92	96	93
M-2	241	241	241	241	241	136	134	132	135	134	94	90	95	91	93
M-3	246	243	245	241	244	130	132	130	131	131	95	93	91	90	92
				Dp	243				Dp	133				Dp	93
				De	240				De	130				De	90
				V (%)	-1				V (%)	-3				V (%)	-3

**Observación:** Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

  
Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 215087







<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-VD-03
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	06/05/2022

**VARIACIÓN DIMENSIONAL**  
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

**Muestra:** 95 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Tanque de Agua      **Largo:** 240mm      **Ancho:** 130mm      **Alto:** 90mm

Especimen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	245	244	241	246	244	130	131	130	136	132	94	91	90	92	92
M-2	246	248	240	242	244	132	130	132	131	131	96	92	93	94	94
M-3	241	243	245	243	243	130	136	130	132	132	94	95	91	92	93
				<b>Dp</b>	244				<b>Dp</b>	132				<b>Dp</b>	93
				<b>De</b>	240				<b>De</b>	130				<b>De</b>	90
				<b>V (%)</b>	-2				<b>V (%)</b>	-1				<b>V (%)</b>	-3

**Observación:** Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

  
Víctor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 16087





<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-VD-03
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	02 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	06/05/2022

**VARIACIÓN DIMENSIONAL**  
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: 95 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Aspersión

Largo: 240mm

Ancho: 130mm

Alto: 90mm

Especimen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	245	245	241	246	244	132	135	130	134	133	92	92	92	90	92
M-2	248	248	240	245	245	138	136	135	135	136	91	94	95	97	94
M-3	246	247	243	241	244	134	131	136	130	133	90	93	91	92	92
				Dp	245				Dp	134				Dp	92
				De	240				De	130				De	90
				V (%)	-2				V (%)	-3				V (%)	-3

**Observación:** Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

  
KAE Ingeniería  
Víctor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 216087







<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-ABS-01
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	04/05/2022

**ENSAYO DE ABSORCIÓN**  
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: 50 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Tanque de Agua

Descripción	Porcentaje de Absorción			
	Peso Saturado (kg)	Peso Seco (kg)	Absorción (%)	Absorción Promedio (%)
M-1	3.365	3.082	9.18	8.65
M-2	3.258	3.004	8.46	
M-3	3.321	3.066	8.32	

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

  
Alvaro Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 11607





**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-ABS-01
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	02 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	04/05/2022

### ENSAYO DE ABSORCIÓN

(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: 50 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Aspersión

Descripción	Porcentaje de Absorción			
	Peso Saturado (kg)	Peso Seco (kg)	Absorción (%)	Absorción Promedio (%)
M-1	3.341	3.065	9.00	8.97
M-2	3.285	3.009	9.17	
M-3	3.114	2.864	8.73	

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

  
KAE Ingeniería  
Víctor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 16087







<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-ABS-02
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	05/05/2022

**ENSAYO DE ABSORCIÓN**  
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: 70 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Tanque de Agua

Descripción	Porcentaje de Absorción			
	Peso Saturado (kg)	Peso Seco (kg)	Absorción (%)	Absorción Promedio (%)
M-1	3.216	2.924	9.99	9.77
M-2	3.198	2.925	9.33	
M-3	3.321	3.019	10.00	

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

  
**Mario Alberto Herrera Lázaro**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 18007





<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-ABS-02
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	02 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	05/05/2022

**ENSAYO DE ABSORCIÓN**  
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: 70 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Aspersión

Descripción	Porcentaje de Absorción			
	Peso Saturado (kg)	Peso Seco (kg)	Absorción (%)	Absorción Promedio (%)
M-1	3.162	2.881	9.75	9.81
M-2	3.298	2.983	10.56	
M-3	3.147	2.884	9.12	

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.



**Alfonso Herrera Lázaro**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 116087







<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-ABS-03
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	06/05/2022

**ENSAYO DE ABSORCIÓN**  
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: 95 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Tanque de Agua

Descripción	Porcentaje de Absorción			
	Peso Saturado (kg)	Peso Seco (kg)	Absorción (%)	Absorción Promedio (%)
M-1	3.168	2.835	11.75	11.22
M-2	3.098	2.789	11.08	
M-3	3.241	2.924	10.84	

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.



**Alfonso Herrera Lázaro**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 219067





<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-ITA-ABS-03
<b>SOLICITA :</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N° :</b>	02 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	06/05/2022

**ENSAYO DE ABSORCIÓN**  
(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: 95 kg/cm<sup>2</sup> - Técnica de Aspersión

Descripción	Porcentaje de Absorción			
	Peso Saturado (kg)	Peso Seco (kg)	Absorción (%)	Absorción Promedio (%)
M-1	3.261	2.941	10.88	11.13
M-2	3.145	2.819	11.56	
M-3	3.285	2.961	10.94	

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

  
  
Víctor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 16087







**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-DM-03
<b>SOLICITA</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	01 de 03
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	<b>FECHA:</b>	18/04/2022

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 50 KG/CM<sup>2</sup>

Método de Diseño 211 ACI

### Procedencia de Agregados

- Ag. Grueso Cantera La Sorpresa
- Ag. Fino Cantera La Cumbre

### Cemento

- Cemento Portland Tipo MS
- Peso Específico 3100 kg/m<sup>3</sup>

### Elemento

- Unidad de Albañilería

### Agua

- Agua Potable
- Peso Específico : 1000 kg/m<sup>3</sup>

### Características del Concreto

- Resistencia Especificada 50 kg/cm<sup>2</sup>
- Asentamiento 3" a 4"

### 1. Selección del Tamaño Máximo del Agregado Grueso

Selección del TM del Agregado Grueso

3/8"

### 3. Datos Obtenidos de los Agregados en Laboratorio

Ensayos	Unidad	Ag. Grueso	Ag. Fino
Módulo de Fineza		--	3.08
Peso Específico	kg/m <sup>3</sup>	2696	2752
Absorción	%	2.51	0.95
Contenido de Humedad	%	0.40	0.48
Peso Unistario Suelto	kg/m <sup>3</sup>	1296	1650
Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1425	1774



Víctor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CH. N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote  
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



<b>TESIS</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-DM-03
<b>SOLICITA</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	03 de 03
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	<b>FECHA:</b>	18/04/2022

### 9. Corrección del Diseño por el Aporte de Humedad de los Agregados

#### a) Pesos Húmedos Corregidos de los Agregados

Agregado Grueso húmedo	=	859.9	kg
Agregado Fino Húmedo	=	969.8	kg

#### b) Aporte de Agua de los Agregados

Agregado Grueso	=	-18.08	lt
Agregado Fino	=	-4.48	lt

#### c) Cálculo de Agua Efectiva

Agua Efectiva	=	250.6	lt
---------------	---	-------	----

Nota: Los ajustes por humedad se realizan en los agregados finos y gruesos y en el volumen unitario de agua de mezclado.

### 10. Diseño de Mezcla en Estado Húmedo

#### - Expresión de Proporciones en Peso

Cemento	=	228.0	kg	=	1.00	kg
Agregado Fino Natural	=	969.8	kg	=	4.25	kg
Agregado Grueso Natural	=	859.9	kg	=	3.77	kg
Agua	=	250.6	lt	=	1.10	lt

1	:	4.25	:	3.77	:	1.10
---	---	------	---	------	---	------

#### - Expresión de Proporciones en Volumen

Cemento	=	1	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Natural	=	3.87	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Natural	=	4.37	pie <sup>3</sup>
Agua	=	46.7	lt/bls

1	:	3.87	:	4.37	:	46.70
---	---	------	---	------	---	-------



Vicente Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 216087







<b>TESIS</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-DM-03
<b>SOLICITA</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	02 de 03
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	<b>FECHA:</b>	18/04/2022

#### 4. Estimación del Contenido de Aire y Agua de Mezclado

Incorporación de Aire al Concreto	Lt/m3	NO
Requerimiento de Agua de Mezclado		228
Porcentaje de Aire al Concreto	%	3
Nivel de Exposición		No Aplica

#### 5. Selección de Relación Agua - Cemento ( a/c )

Con el valor de la resistencia promedio requerida  $f'_{cr}$ , obtenemos la relación agua/cemento para concretos normales; si el concreto esta sometido a condiciones severas se utilizará valores para asumir la relación agua/cemento por durabilidad.

$$f'_{cr} = 50 \text{ kg/cm}^2$$

$f'_{cr}$	a/c	a/c	1.00
25	1.1	Relación agua/cemento por resistencia	
50	1.0		
70	1.0		

#### 6. Contenido de Cemento

$$\text{Cemento} = 228 \text{ lt/m}^3 / 1.00 = 228 \text{ kg} \approx 5.4 \text{ bolsas}$$

#### 7. Estimación del Contenido de Agregado Grueso y Agregado Fino

Cemento	=	0.074	kg	
Volumen de Pasta	=	0.332	m3	
Volumen de Agregados	=	0.668	m3	
Aire Atrapado	=	0.030		
Agua	=	0.228		
b/bo	=	0.60		
Peso del Agregado Grueso	=	856.5	kg	Agregado Grueso
Volumen del Agregado Grueso	=	0.318	m3	47.5%
Peso del Agregado Fino	=	965.1	kg	Agregado Fino
Volumen del Agregado Fino	=	0.351	m3	52.5%

#### 8. Diseño de Mezcla en Estado Seco

Cemento	228.0	kg
Agregado Fino Natural	965.1	kg
Agregado Grueso Natural	856.5	kg
Agua	228.0	lt

  
**Víctor Alfonso Herrera Lázaro**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.O.T. N° 119087





<b>TESIS</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-DM-02
<b>SOLICITA</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	03 de 03
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	<b>FECHA:</b>	18/04/2022

### 9. Corrección del Diseño por el Aporte de Humedad de los Agregados

#### a) Pesos Húmedos Corregidos de los Agregados

Agregado Grueso húmedo	=	872.5	kg
Agregado Fino Húmedo	=	946.2	kg

#### b) Aporte de Agua de los Agregados

Agregado Grueso	=	-18.34	lt
Agregado Fino	=	-4.37	lt

#### c) Cálculo de Agua Efectiva

Agua Efectiva	=	250.7	lt
---------------	---	-------	----

Nota: Los ajustes por humedad se realizan en los agregados finos y gruesos y en el volumen unitario de agua de mezclado.

### 10. Diseño de Mezcla en Estado Húmedo

#### - Expresión de Proporciones en Peso

Cemento	=	240.0	kg	=	1.00	kg
Agregado Fino Natural	=	946.2	kg	=	3.94	kg
Agregado Grueso Natural	=	872.5	kg	=	3.64	kg
Agua	=	219.0	lt	=	0.91	lt

1	:	3.94	:	3.64	:	0.91
---	---	------	---	------	---	------

#### - Expresión de Proporciones en Volumen

Cemento	=	1	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Natural	=	3.59	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Natural	=	4.21	pie <sup>3</sup>
Agua	=	38.8	lt/bls

1	:	3.59	:	4.21	:	38.78
---	---	------	---	------	---	-------

  
KAE Ingeniería  
Víctor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 916087







**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-DM-02
<b>SOLICITA</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	01 de 03
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	<b>FECHA:</b>	18/04/2022

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 70 KG/CM<sup>2</sup>

Método de Diseño 211 ACI

### Procedencia de Agregados

- Ag. Grueso Cantera La Sorpresa
- Ag. Fino Cantera La Cumbre

### Cemento

- Cemento Portland Tipo MS
- Peso Específico 3100 kg/m<sup>3</sup>

### Elemento

- Unidad de Albañilería

### Agua

- Agua Potable
- Peso Específico : 1000 kg/m<sup>3</sup>

### Características del Concreto

- Resistencia Especificada 70 kg/cm<sup>2</sup>
- Asentamiento 3" a 4"

### 1. Selección del Tamaño Máximo del Agregado Grueso

Selección del TM del Agregado Grueso

3/8"

### 3. Datos Obtenidos de los Agregados en Laboratorio

Ensayos	Unidad	Ag. Grueso	Ag. Fino
Módulo de Fineza		--	3.08
Peso Específico	kg/m <sup>3</sup>	2696	2752
Absorción	%	2.51	0.95
Contenido de Humedad	%	0.40	0.48
Peso Unistario Suelto	kg/m <sup>3</sup>	1296	1650
Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1425	1774



Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. PROF. N° 116087





<b>TESIS</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-DM-02
<b>SOLICITA</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	02 de 03
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	<b>FECHA:</b>	18/04/2022

#### 4. Estimación del Contenido de Aire y Agua de Mezclado

Incorporación de Aire al Concreto		NO
Requerimiento de Agua de Mezclado	Lt/m3	228
Porcentaje de Aire al Concreto	%	3
Nivel de Exposición		No Aplica

#### 5. Selección de Relación Agua - Cemento ( a/c )

Con el valor de la resistencia promedio requerida  $f'_{cr}$ , obtenemos la relación agua/cemento para concretos normales; si el concreto esta sometido a condiciones severas se utilizará valores para asumir la relación agua/cemento por durabilidad.

$$f'_{cr} = 70 \text{ kg/cm}^2$$

$f'_{cr}$	a/c	a/c	0.95
25	1.1	Relación agua/cemento por resistencia	
70	1.0		
70	1.0		

#### 6. Contenido de Cemento

$$\text{Cemento} = 228 \text{ lt/m}^3 / 0.95 = 240 \text{ kg} \approx 5.6 \text{ bolsas}$$

#### 7. Estimación del Contenido de Agregado Grueso y Agregado Fino

Cemento	=	0.077	kg	
Volumen de Pasta	=	0.335	m3	
Volumen de Agregados	=	0.665	m3	
Aire Atrapado	=	0.030		
Agua	=	0.228		
b/bo	=	0.61		
Peso del Agregado Grueso	=	869.0	kg	Agregado Grueso
Volumen del Agregado Grueso	=	0.322	m3	48.5%
Peso del Agregado Fino	=	941.7	kg	Agregado Fino
Volumen del Agregado Fino	=	0.342	m3	51.5%

#### 8. Diseño de Mezcla en Estado Seco

Cemento	240.0	kg
Agregado Fino Natural	941.7	kg
Agregado Grueso Natural	869.0	kg
Agua	228.0	lt

Lázaro Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 18007







**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-DM-01
<b>SOLICITA</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	01 de 03
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	<b>FECHA:</b>	18/04/2022

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 95 KG/CM<sup>2</sup>

Método de Diseño 211 ACI

### Procedencia de Agregados

- Ag. Grueso Cantera La Sorpresa
- Ag. Fino Cantera La Cumbre

### Cemento

- Cemento Portland Tipo MS
- Peso Específico 3100 kg/m<sup>3</sup>

### Elemento

- Unidad de Albañilería

### Agua

- Agua Potable
- Peso Específico : 1000 kg/m<sup>3</sup>

### Características del Concreto

- Resistencia Especificada 95 kg/cm<sup>2</sup>
- Asentamiento 3" a 4"

### 1. Selección del Tamaño Máximo del Agregado Grueso

Selección del TM del Agregado Grueso

3/8"

### 3. Datos Obtenidos de los Agregados en Laboratorio

Ensayos	Unidad	Ag. Grueso	Ag. Fino
Módulo de Fineza		--	3.08
Peso Específico	kg/m <sup>3</sup>	2696	2752
Absorción	%	2.51	0.95
Contenido de Humedad	%	0.40	0.48
Peso Unistario Suelto	kg/m <sup>3</sup>	1296	1650
Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1425	1774

  
Miguel Alfredo Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 116007





**KAE Ingeniería**

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales**

**Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD**

<b>TESIS</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-DM-01
<b>SOLICITA</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	02 de 03
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	<b>FECHA:</b>	18/04/2022

#### 4. Estimación del Contenido de Aire y Agua de Mezclado

Incorporación de Aire al Concreto		NO
Requerimiento de Agua de Mezclado	Lt/m <sup>3</sup>	228
Porcentaje de Aire al Concreto	%	3
Nivel de Exposición		No Aplica

#### 5. Selección de Relación Agua - Cemento ( a/c )

Con el valor de la resistencia promedio requerida  $f'_{cr}$ , obtenemos la relación agua/cemento para concretos normales; si el concreto esta sometido a condiciones severas se utilizará valores para asumir la relación agua/cemento por durabilidad.

$$f'_{cr} = 95 \text{ kg/cm}^2$$

$f'_{cr}$	a/c	a/c	0.90
25	1.1		
95	0.9		
70	1.0		

Relación agua/cemento por resistencia

#### 6. Contenido de Cemento

$$\text{Cemento} = 228 \text{ lt/m}^3 / 0.90 = 253 \text{ kg} \approx 6.0 \text{ bolsas}$$

#### 7. Estimación del Contenido de Agregado Grueso y Agregado Fino

Cemento	=	0.082	kg	
Volumen de Pasta	=	0.340	m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregados	=	0.660	m <sup>3</sup>	
Aire Atrapado	=	0.030		
Agua	=	0.228		
b/bo	=	0.60		
Peso del Agregado Grueso	=	852.9	kg	Agregado Grueso
Volumen del Agregado Grueso	=	0.316	m <sup>3</sup>	47.9%
Peso del Agregado Fino	=	946.3	kg	Agregado Fino
Volumen del Agregado Fino	=	0.344	m <sup>3</sup>	52.1%

#### 8. Diseño de Mezcla en Estado Seco

Cemento	253.3	kg
Agregado Fino Natural	946.3	kg
Agregado Grueso Natural	852.9	kg
Agua	228.0	lt



**KAE Ingeniería**  
**Vladimir Alfonso Herrera Lázaro**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 16067





**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-DM-01
<b>SOLICITA</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	03 de 03
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	<b>FECHA:</b>	18/04/2022

### 9. Corrección del Diseño por el Aporte de Humedad de los Agregados

- a) Pesos Húmedos Corregidos de los Agregados
- |                        |   |       |    |
|------------------------|---|-------|----|
| Agregado Grueso húmedo | = | 856.4 | kg |
| Agregado Fino Húmedo   | = | 950.9 | kg |
- b) Aporte de Agua de los Agregados
- |                 |   |        |    |
|-----------------|---|--------|----|
| Agregado Grueso | = | -18.00 | lt |
| Agregado Fino   | = | -4.39  | lt |
- c) Cálculo de Agua Efectiva
- |               |   |       |    |
|---------------|---|-------|----|
| Agua Efectiva | = | 250.4 | lt |
|---------------|---|-------|----|

Nota: Los ajustes por humedad se realizan en los agregados finos y gruesos y en el volumen unitario de agua de mezclado.

### 10. Diseño de Mezcla en Estado Húmedo

#### - Expresión de Proporciones en Peso

Cemento	=	253.3	kg	=	1.00	kg
Agregado Fino Natural	=	950.9	kg	=	3.75	kg
Agregado Grueso Natural	=	856.4	kg	=	3.38	kg
Agua	=	229.1	lt	=	0.90	lt

1	:	3.75	:	3.38	:	0.90
---	---	------	---	------	---	------

#### - Expresión de Proporciones en Volumen

Cemento	=	1	pie3
Agregado Fino Natural	=	3.41	pie3
Agregado Grueso Natural	=	3.92	pie3
Agua	=	38.4	lt/bls

1	:	3.41	:	3.92	:	38.43
---	---	------	---	------	---	-------

  
Miraflores Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote  
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



<b>TESIS:</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-RC-01
<b>SOLICITA:</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	01 de 02
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>Muestra:</b>	50 kg/cm2
		<b>Fecha de Rotura:</b>	04/05/2022

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

(NTP 399.061)

Item	Identificación y Características del Ladrillo						Ensayo de Rotura		
	Unidad de albañilería	Fecha de Muestreo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Lectura (Kgf)	f <sub>ce</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ce</sub> (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de Tanque de agua)	20/04/2022	240.1	132.2	31741	14	13888	44	429
02	Muestra 02 (Técnica de Tanque de agua)	20/04/2022	241.3	130.8	31562	14	13697	43	426
<b>PROMEDIO</b>								44	427

**Observación:**

Las muestras ensayadas fueron proporcionada por el solicitante.

  
KAE Ingeniería  
Víctor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 19007







<b>TESIS:</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-RC-01
<b>SOLICITA:</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	02 de 02
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>Muestra:</b>	50 kg/cm2
		<b>Fecha de Rotura:</b>	04/05/2022

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NTP 399.061)

Item	Identificación y Características del Ladrillo						Ensayo de Rotura		
	Unidad de albañilería	Fecha de Muestreo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Lectura (Kgf)	f <sub>ce</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ce</sub> (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de Aspersión)	20/04/2022	238.6	132.9	31710	14	11057	35	342
02	Muestra 02 (Técnica de Aspersión)	20/04/2022	241.1	133.5	32187	14	11419	35	348
<b>PROMEDIO</b>								35	345

**Observación:**

Las muestras ensayadas fueron proporcionada por el solicitante.

  
**Alvaro Alvarado Herrera Lázaro**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 18067





<b>TESIS:</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-RC-02
<b>SOLICITA:</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	01 de 02
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>Muestra:</b>	70 kg/cm2
		<b>Fecha de Rotura:</b>	05/05/2022

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NTP 399.061)

Item	Identificación y Características del Ladrillo						Ensayo de Rotura		
	Unidad de albañilería	Fecha de Muestreo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Lectura (Kg)	f <sub>ce</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ce</sub> (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de Tanque de agua)	21/04/2022	239.8	133.4	31989	14	19780	62	606
02	Muestra 02 (Técnica de Tanque de agua)	21/04/2022	243.1	130.9	31822	14	19118	60	589
<b>PROMEDIO</b>								<b>61</b>	<b>598</b>

**Observación:**

Las muestras ensayadas fueron proporcionada por el solicitante.

  
KAE Ingeniería  
Víctor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CH. N° 919067







<b>TESIS:</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-RC-02
<b>SOLICITA:</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	02 de 02
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>Muestra:</b>	70 kg/cm2
		<b>Fecha de Rotura:</b>	05/05/2022

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NTP 399.061)

Item	Identificación y Características del Ladrillo						Ensayo de Rotura		
	Unidad de albañilería	Fecha de Muestreo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Lectura (Kg)	f <sub>ce</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ce</sub> (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de Aspersión)	21/04/2022	241.5	132.5	31999	14	16608	52	509
02	Muestra 02 (Técnica de Aspersión)	21/04/2022	243.6	131.0	31912	14	16136	51	496
<b>PROMEDIO</b>								51	502

**Observación:**

Las muestras ensayadas fueron proporcionada por el solicitante.

  
**Víctor Alfonso Herrera Lázaro**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 16067





<b>TESIS:</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-RC-03
<b>SOLICITA:</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	01 de 02
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>Muestra:</b>	95 kg/cm2
		<b>Fecha de Rotura:</b>	06/05/2022

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NTP 399.061)

Item	Identificación y Características del Ladrillo						Ensayo de Rotura		
	Unidad de albañilería	Fecha de Muestreo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Lectura (Kgf)	f <sub>ce</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ce</sub> (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de Tanque de agua)	22/04/2022	245.1	133.4	32696	14	27098	83	813
02	Muestra 02 (Técnica de Tanque de agua)	22/04/2022	241.6	135.2	32664	14	28052	86	842
<b>PROMEDIO</b>								84	827

**Observación:**

Las muestras ensayadas fueron proporcionada por el solicitante.

  
Miguel Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 816087







<b>TESIS:</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-RC-03
<b>SOLICITA:</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	02 de 02
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>Muestra:</b>	95 kg/cm2
		<b>Fecha de Rotura:</b>	06/05/2022

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

(NTP 399.061)

Item	Identificación y Características del Ladrillo						Ensayo de Rotura		
	Unidad de albañilería	Fecha de Muestreo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Lectura (Kgf)	f <sub>ce</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ce</sub> (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de Tanque de agua)	22/04/2022	241.6	132.5	32012	14	23384	73	716
02	Muestra 02 (Técnica de Tanque de agua)	22/04/2022	243.1	130.4	31700	14	22711	72	703
<b>PROMEDIO</b>								72	709

**Observación:**

Las muestras ensayadas fueron proporcionada por el solicitante.

  
Victor Alfonso Herrera Lazaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CH. N° 116087





<b>TESIS:</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-RC-02
<b>SOLICITA:</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>Muestra:</b>	50 kg/cm2
		<b>Fecha de Rotura:</b>	18/05/2022

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NTP 399.061)

Item	Identificación y Características del Ladrillo						Ensayo de Rotura		
	Unidad de albañilería	Fecha de Muestreo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Lectura (Kgf)	f <sub>ce</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ce</sub> (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de Tanque de agua)	20/04/2022	241.6	130.8	31601	28	16347	52	507
02	Muestra 02 (Técnica de Tanque de agua)	20/04/2022	243.1	131.2	31895	28	16056	50	494
<b>PROMEDIO</b>								51	500

**Observación:**

Las muestras ensayadas fueron proporcionada por el solicitante.



**Ing. Alfonso Herrera Lázaro**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIV. N° 116087







<b>TESIS:</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-RC-04
<b>SOLICITA:</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>Muestra:</b>	50 kg/cm2
		<b>Fecha de Rotura:</b>	18/05/2022

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

(NTP 399.061)

Item	Identificación y Características del Ladrillo						Ensayo de Rotura		
	Unidad de albañilería	Fecha de Muestreo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Lectura (Kgf)	f <sub>ce</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ce</sub> (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de Aspersión)	20/04/2022	243.8	132.8	32377	28	14380	44	436
02	Muestra 02 (Técnica de Aspersión)	20/04/2022	245.1	134.1	32868	28	14801	45	442
<b>PROMEDIO</b>								45	439

**Observación:**

Las muestras ensayadas fueron proporcionada por el solicitante.

  
Alvaro Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 216067





<b>TESIS:</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-RC-04
<b>SOLICITA:</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>Muestra:</b>	70 kg/cm2
		<b>Fecha de Rotura:</b>	19/05/2022

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NTP 399.061)

Item	Identificación y Características del Ladrillo						Ensayo de Rotura		
	Unidad de albañilería	Fecha de Muestreo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Lectura (Kgf)	f <sub>ce</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ce</sub> (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de Tanque de agua)	21/04/2022	242.5	129.8	31477	28	23013	73	717
02	Muestra 02 (Técnica de Tanque de agua)	21/04/2022	241.1	132.5	31946	28	23434	73	719
<b>PROMEDIO</b>								73	718

**Observación:**

Las muestras ensayadas fueron proporcionada por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 16007







<b>TESIS:</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-RC-04
<b>SOLICITA:</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>Muestra:</b>	70 kg/cm2
		<b>Fecha de Rotura:</b>	19/05/2022

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NTP 399.061)

Item	Identificación y Características del Ladrillo						Ensayo de Rotura		
	Unidad de albañilería	Fecha de Muestreo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Lectura (Kg)	f <sub>ce</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ce</sub> (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de Aspersión)	21/04/2022	243.1	132.6	32235	28	20393	63	620
02	Muestra 02 (Técnica de Aspersión)	21/04/2022	240.8	132.8	31978	28	20021	63	614
<b>PROMEDIO</b>								63	617

**Observación:**

Las muestras ensayadas fueron proporcionada por el solicitante.



Miguel Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. COE N° 16067





<b>TESIS:</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-RC-06
<b>SOLICITA:</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>Muestra:</b>	95 kg/cm2
		<b>Fecha de Rotura:</b>	20/05/2022

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NTP 399.061)

Item	Identificación y Características del Ladrillo						Ensayo de Rotura		
	Unidad de albañilería	Fecha de Muestreo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Lectura (Kgf)	f <sub>ce</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ce</sub> (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de Tanque de agua)	22/04/2022	241.6	132.5	32012	28	30822	96	944
02	Muestra 02 (Técnica de Tanque de agua)	22/04/2022	243.2	130.6	31762	28	31364	99	968
<b>PROMEDIO</b>								98	956

**Observación:**

Las muestras ensayadas fueron proporcionada por el solicitante.

  
KAE Ingeniería  
Víctor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 16087







<b>TESIS:</b>	INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ASPERSIÓN Y TANQUE DE AGUA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA TIPO I, II Y III EN NUEVO CHIMBOTE - 2021	<b>REGISTRO N°:</b>	CC-ITA-RC-06
<b>SOLICITA:</b>	ESCALANTE SARE MAX ERICK - ROMERO BAYONA HERNAN MIGUEL	<b>PÁGINA N°:</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>Muestra:</b>	95 kg/cm2
		<b>Fecha de Rotura:</b>	20/05/2022

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

(NTP 399.061)

Item	Identificación y Características del Ladrillo						Ensayo de Rotura		
	Unidad de albañilería	Fecha de Muestreo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Lectura (Kgf)	f <sub>ce</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ce</sub> (Mpa)
01	Muestra 01 (Técnica de Tanque de agua)	22/04/2022	244.6	130.9	32018	28	26596	83	815
02	Muestra 02 (Técnica de Tanque de agua)	22/04/2022	241.2	132.4	31935	28	27098	85	832
<b>PROMEDIO</b>								<b>84</b>	<b>823</b>

**Observación:**

Las muestras ensayadas fueron proporcionada por el solicitante.

  
KAE Ingeniería  
Wilmar Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 119087



**ANEXO 5-NORMA  
UTILIZADA E.070 DE  
ALBAÑILERIA**



**PERÚ**

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Servicio Nacional de  
Capacitación para la Industria  
de la Construcción - SENCICO

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

Propuesta de  
**NORMA E.070**  
**ALBAÑILERÍA**

**2019**

**ÍNDICE**

	<u>Pág.</u>
<b>CAPÍTULO 1 ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>5</b>
Artículo 1.- Alcance.....	5
Artículo 2.- Criterios generales.....	5
<b>CAPÍTULO 2 DEFINICIONES Y NOMENCLATURA .....</b>	<b>7</b>
Artículo 3.- Definiciones.....	7
Artículo 4.- Nomenclatura .....	9
<b>PARTE A ALBAÑILERÍA CONFINADA</b>	
<b>CAPÍTULO 3 COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA.....</b>	<b>11</b>
Artículo 5.- Unidad de albañilería.....	11
Artículo 6.- Mortero .....	13
Artículo 7.- Acero de refuerzo .....	14
Artículo 8.- Concreto.....	14
<b>CAPÍTULO 4 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA.....</b>	<b>15</b>
Artículo 9.- Tratamiento de la unidad .....	15
Artículo 10.- Construcción del muro .....	15
Artículo 11.- Elementos de confinamiento.....	16
Artículo 12.- Refuerzos .....	17
<b>CAPÍTULO 5 RESISTENCIA DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA.....</b>	<b>18</b>
Artículo 13.- Especificaciones generales.....	18
<b>CAPÍTULO 6 ESTRUCTURACIÓN.....</b>	<b>20</b>
Artículo 14.- Estructura con diafragma rígido .....	20
Artículo 15.- Configuración del edificio con diafragma rígido.....	20
Artículo 16.- Estructura con diafragma flexible .....	21
Artículo 17.- Muros portantes.....	21
Artículo 18.- Arriostres .....	21
<b>CAPÍTULO 7 REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL DISEÑO DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA.....</b>	<b>22</b>
Artículo 19.- Espesor efectivo .....	22
Artículo 20.- Esfuerzo axial máximo.....	22
Artículo 21.- Aplastamiento y punzonamiento .....	22
Artículo 22.- Condiciones para un muro portante confinado.....	22
<b>CAPÍTULO 8 ANÁLISIS SÍSMICO DE EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA .....</b>	<b>24</b>
Artículo 23.- Definiciones.....	24
Artículo 24.- Consideraciones generales.....	24

	<u>Pág.</u>
Artículo 25.- Estructuración en planta .....	25
Artículo 26.- Análisis estructural.....	25
<b>CAPÍTULO 9 DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA .....</b>	<b>27</b>
Artículo 27.- Requisitos generales .....	27
Artículo 28.- Diseño para sismo moderado .....	27
Artículo 29.- Diseño para sismo severo .....	28
Artículo 30.- Diseño de los elementos de confinamiento.....	29
Artículo 31.- Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros .....	33
Artículo 32.- Criterios para el diseño de cimentación .....	33
<b>CAPÍTULO 10 INTERACCIÓN MURO DE ALBAÑILERÍA – ESTRUCTURA APORTICADA .....</b>	<b>34</b>
Artículo 33.- Alcance.....	34
Artículo 34.- Disposiciones .....	34
<b>CAPÍTULO 11 DISEÑO SIMPLIFICADO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA .....</b>	<b>36</b>
Artículo 35.- Justificación .....	36
Artículo 36.- Criterio general para el análisis simplificado .....	36
Artículo 37.- Requisitos.....	36
Artículo 38.- Rigidez torsional mínima.....	36
Artículo 39.- Características del procedimiento simplificado.....	37
Artículo 40.- Cálculo del centro de rigidez.....	37
Artículo 41.- Cálculo de la fuerza sísmica .....	37
Artículo 42.- Cálculo de la resistencia al corte de un muro.....	37
Artículo 43.- Verificación de la resistencia sísmica de la edificación .....	37
Artículo 44.- Elementos de confinamiento.....	37
<b>PARTE B ALBAÑILERÍA ARMADA</b>	
<b>CAPÍTULO 12 COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA ARMADA .....</b>	<b>39</b>
Artículo 45.- Unidad de albañilería.....	39
Artículo 46.- Mortero .....	40
Artículo 47.- Concreto líquido o grout.....	40
Artículo 48.- Acero de refuerzo .....	42
<b>CAPÍTULO 13 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA ALBAÑILERÍA ARMADA ....</b>	<b>43</b>
Artículo 49.- Tratamiento de la unidad .....	43
Artículo 50.- Construcción de muro.....	43
Artículo 51.- Refuerzos .....	44
<b>CAPÍTULO 14 RESISTENCIA DE LA ALBAÑILERÍA ARMADA .....</b>	<b>47</b>
Artículo 52.- Criterios generales.....	47

	<u>Pág.</u>
<b>CAPÍTULO 15 ESTRUCTURACIÓN.....</b>	<b>49</b>
Artículo 53.- Criterios generales.....	49
Artículo 54.- Distribución de fuerzas laterales.....	49
Artículo 55.- Estructura con diafragma rígido.....	49
Artículo 56.- Configuración de edificio.....	50
Artículo 57.- Muros portantes.....	50
<b>CAPÍTULO 16 REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL DISEÑO.....</b>	<b>51</b>
Artículo 58.- Requisitos generales.....	51
Artículo 59.- Albañilería armada.....	51
<b>CAPÍTULO 17 ANÁLISIS SÍSMICO DE EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA ARMADA.....</b>	<b>52</b>
Artículo 60.- Definición.....	52
Artículo 61.- Consideraciones generales.....	52
Artículo 62.- Estructuración en planta.....	52
Artículo 63.- Análisis estructural.....	53
<b>CAPÍTULO 18 DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA ARMADA.....</b>	<b>54</b>
Artículo 64.- Especificaciones generales.....	54
Artículo 65.- Resistencia a compresión y flexo-compresión en el plano del muro.....	55
Artículo 66.- Resistencia a corte en el plano del muro.....	56
<b>PARTE C TEMAS COMUNES</b>	
<b>CAPITULO 19 DISEÑO DE MUROS ANTE CARGAS PERPENDICULARES A SU PLANO.....</b>	<b>58</b>
Artículo 67.- Criterios generales.....	58
Artículo 68.- Fuerza sísmica de diseño.....	58
Artículo 69.- Diseño de muros portantes.....	59
Artículo 70.- Diseño de parapetos.....	60
Artículo 71.- Diseño de tabiques.....	61
Artículo 72.- Diseño de cercos.....	62
<b>CAPITULO 20 REPARACIÓN Y REFUERZO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA.....</b>	<b>63</b>
Artículo 73.- Alcance.....	63
Artículo 74.- Criterios generales.....	63
Artículo 75.- Técnicas de reparación y refuerzo para muros portantes.....	63
Artículo 76.- Consolidación de muros.....	64
Artículo 77.- Refuerzos externos.....	64
Artículo 78.- Refuerzos internos.....	64
Artículo 79.- Sustitución total o parcial del muro.....	64
Artículo 80.- Refuerzo de muros portantes de albañilería armada con elementos externos de concreto armado.....	64
Artículo 81.- Estabilización lateral de tabiques, cercos y parapetos.....	65
Artículo 82.- Consideraciones para intervenir en obras patrimoniales de albañilería de ladrillo.....	65

**CAPÍTULO 1**  
**ASPECTOS GENERALES**

**Artículo 1.- Alcance**

- 1.1 Esta Norma establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones nuevas de albañilería confinada y armada, así como la evaluación, reparación y reforzamiento de las edificaciones existentes de albañilería.
- 1.2 Para estructuras especiales de albañilería, tales como arcos, chimeneas, muros de contención y reservorios, las exigencias de esta Norma serán satisfechas en la medida que sean aplicables.
- 1.3 Los sistemas de albañilería que estén fuera del alcance de esta Norma, deberán ser aprobados mediante Resolución del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento luego de ser evaluados por SENCICO.

**Artículo 2.- Criterios generales**

- 2.1 Las construcciones de albañilería serán diseñadas por métodos racionales basados en los principios establecidos por la mecánica y la resistencia de materiales para obtener el objetivo de la seguridad estructural en cuanto a criterios de resistencia, rigidez, estabilidad y servicio de las construcciones.
- 2.2 Al determinarse los esfuerzos en la albañilería se tendrá en cuenta los efectos producidos por las cargas muertas, cargas vivas y sismos. El análisis sísmico contemplará lo estipulado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente, así como las especificaciones de la presente Norma.
- 2.3 Debido a las cargas muertas y vivas, los muros trabajan casi exclusivamente a esfuerzos de compresión, siendo la excepción cuando techos inclinados producen fuerzas de empuje lateral. Cuando además de las cargas verticales el muro debe soportar fuerzas de inercia horizontal debido a sismos, entonces el muro está sometido a una combinación de cargas verticales, fuerzas cortantes horizontales en su plano y momentos flectores en su plano y fuera de él.
- 2.4 Las dimensiones y requisitos que se estipulan en esta Norma tienen el carácter de mínimos y no eximen de manera alguna del análisis, cálculo y diseño correspondiente, que serán los que deben definir las dimensiones y requisitos usarse de acuerdo con la función real de los elementos y de la construcción.
- 2.5 Los planos y especificaciones indicarán las dimensiones y ubicación de todos los elementos estructurales, del acero de refuerzo, de las instalaciones sanitarias y eléctricas en los muros; las precauciones para tener en cuenta la variación de las dimensiones producidas por deformaciones diferidas, contracciones, cambios de temperatura y asentamientos diferenciales; las características de la unidad de albañilería, del mortero, de la albañilería, del concreto, del acero de refuerzo y de todo otro material requerido; las cargas que definen el empleo de la edificación; las juntas de separación sísmica; y, toda otra información para la correcta construcción y posterior utilización de la edificación.

- 2.6** Las construcciones de albañilería podrán clasificarse como “tipo resistente al fuego” siempre y cuando todos los elementos que la conforman cumplan los requisitos de esta Norma, asegurando una resistencia al fuego mínima de cuatro horas para los muros portantes y los muros perimetrales de cierre, y de dos horas para la tabiquería.
- 2.7** Los tubos para instalaciones sólo se alojarán en los muros cuando los tubos correspondientes tengan como diámetro máximo 55 mm. En estos casos, la colocación de los tubos en los muros se hará en cavidades dejadas durante la construcción de la albañilería que luego se rellenarán con concreto, o en los alvéolos de la unidad de albañilería. En todo caso, los recorridos de las instalaciones serán siempre verticales y por ningún motivo se picará o se recortará el muro para alojarlas.
- 2.8** Los tubos para instalaciones con diámetro exterior mayor que 55 mm, tendrán recorridos en falsas columnas o en ductos especiales.
- 2.9** Como refuerzo estructural se utilizará barras de acero que presenten comportamiento dúctil con una elongación mínima de 9%; excepto para albañilería confinada donde el refuerzo puede ser de canastillas de acero electrosoldado y con una elongación mínima de 6%. Las cuantías de refuerzo que se presentan en esta Norma están asociadas a un esfuerzo de fluencia  $f_y = 412 \text{ MPa}$  ( $4200 \text{ kg/cm}^2$ ), para otras situaciones se multiplicará la cuantía especificada por  $412/f_y$  (en MPa) o  $4200/f_y$  (en  $\text{kg/cm}^2$ ).
- 2.10** Los criterios considerados para la estructuración deberán ser detallados en una memoria descriptiva estructural tomando en cuenta las especificaciones del Capítulo 6 o Capítulo 15. Debe presentarse memoria de cálculo del muro más demandado en cada una de las dos direcciones principales de análisis sísmico.
- 2.11** La presente Norma se divide en partes independientes: INTRODUCCIÓN que comprende los capítulos 1 y 2, PARTE A ALBAÑILERÍA CONFINADA que comprende los capítulos 3 al 11, PARTE B ALBAÑILERÍA ARMADA, que comprende los capítulos 12 al 18 y PARTE C TEMAS COMUNES, que comprende los capítulos 19 y 20.



**CAPÍTULO 2**  
**DEFINICIONES Y NOMENCLATURA**

**Artículo 3.- Definiciones**

- 3.1 Albañilería o Mampostería. Material estructural compuesto por "unidades de albañilería" asentadas con mortero o por "unidades de albañilería" apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.
- 3.2 Albañilería Armada. Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de Albañilería Armada también se les denomina Muros Armados.
- 3.3 Albañilería Confinada. Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.
- 3.4 Albañilería No Reforzada. Albañilería simple o sin refuerzo.
- 3.5 Albañilería Reforzada. Albañilería armada o confinada que cumple con las exigencias de esta Norma.
- 3.6 Altura Efectiva. Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considerará como el doble de su altura real.
- 3.7 Arriostre. Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas horizontales en la dirección perpendicular a su plano.
- 3.8 Borde Libre. Extremo horizontal o vertical no arriestrado de un muro.
- 3.9 Concreto Líquido o Grout. Concreto con o sin agregado grueso, de consistencia fluida.
- 3.10 Columna. Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento.
- 3.11 Confinamiento. Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante.
- 3.12 Construcciones de Albañilería. Edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería.
- 3.13 Espesor Efectivo. Es igual al espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas u otras indentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido, el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre la longitud del muro.

- 3.14** Muro de Arriostre. Muro que provee estabilidad y resistencia lateral a otro muro, por lo cual debe ser capaz de resistir la reacción horizontal proveniente de dicho muro; es normalmente perpendicular al otro muro.
- 3.15** Muro No Portante. Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas horizontales en dirección perpendicular a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos.
- 3.16** Muro Portante. Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical.
- 3.17** Mortero. Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.
- 3.18** Placa. Muro portante de concreto armado, diseñado de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.
- 3.19** Plancha. Elemento perforado de acero colocado en las hiladas de los extremos libres de los muros de albañilería armada para proveerles ductilidad.
- 3.20** Tabique. Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral.
- 3.21** Unidad de Albañilería. Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de síliceal. Puede ser sólida, hueca, alveolar ó tubular.
- 3.22** Unidad de Albañilería Alveolar. Unidad de Albañilería Sólida o Hueca con alvéolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical. Estas unidades son empleadas en la construcción de los muros armados.
- 3.23** Unidad de Albañilería Apilable: Es la unidad de Albañilería alveolar que se asienta sin mortero.
- 3.24** Unidad de Albañilería Hueca. Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano.
- 3.25** Unidad de Albañilería Sólida (o Maciza) Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano.
- 3.26** Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta). Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento.
- 3.27** Viga Solera. Viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arriostre y confinamiento.

**Artículo 4.- Nomenclatura**

- $A$  = Área de corte correspondiente a la sección transversal de un muro portante.  
 $A_c$  = Área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento.  
 $A_{cf}$  = Área de una columna de confinamiento por corte-fricción.  
 $A_n$  = Área del núcleo confinado de una columna descontando los recubrimientos.  
 $A_s$  = Área del acero vertical u horizontal.  
 $A_{sf}$  = Área del acero vertical por corte-fricción en una columna de confinamiento.  
 $A_{st}$  = Área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento.  
 $A_v$  = Área de estribos cerrados.  
 $d$  = Peralte de una columna de confinamiento (en la dirección del sismo).  
 $D_b$  = Diámetro de una barra de acero.  
 $e$  = Espesor bruto de un muro.  
 $E_c$  = Módulo de elasticidad del concreto.  
 $E_m$  = Módulo de elasticidad de la albañilería.  
 $f'_b$  = Resistencia característica a compresión axial de las unidades de albañilería.  
 $f'_c$  = Resistencia a compresión axial del concreto o del "grout" a los 28 días de edad.  
 $f'_m$  = Resistencia característica a compresión axial de la albañilería.  
 $f'_t$  = Esfuerzo admisible a tracción por flexión de la albañilería.  
 $f_y$  = Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.  
 $f_u$  = Factor de amplificación  
 $G_m$  = Módulo de corte de la albañilería.  
 $h$  = Altura libre entre los elementos de arriostre horizontales.  
 $I$  = Momento de inercia correspondiente a la sección transversal de un muro.  
 $L$  = Longitud total del muro, incluyendo las columnas de confinamiento (sí existiesen).  
 $L_m$  = Longitud del paño mayor en un muro confinado, ó 0,5 L; lo que sea mayor.  
 $L_t$  = Longitud tributaria de un muro transversal al que está en análisis.  
 $M_e$  = Momento flector en un muro obtenido del análisis elástico ante el sismo moderado.  
 $M_u$  = Momento flector en un muro producido por el sismo severo.  
 $N$  = Número de pisos del edificio o número de pisos de un pórtico.  
 $N_c$  = Número total de columnas de confinamiento.  $N_c \geq 2$ .  
 $P$  = Peso total del edificio con sobrecarga reducida según se especifica en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.  
 $P_g$  = Carga gravitacional de servicio en un muro, con sobrecarga reducida.  
 $P_c$  = Carga vertical de servicio en una columna de confinamiento.  
 $P_e$  = Carga axial sísmica en un muro obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.  
 $P_m$  = Carga gravitacional máxima de servicio en un muro, metrada con el 100% de sobrecarga.  
 $P_u$  = Carga axial en un muro en condiciones de sismo severo.  
 $P_t$  = Carga de gravedad tributaria proveniente del muro transversal al que está en análisis.  
 $s$  = Separación entre estribos, planchas, o entre refuerzos horizontales o verticales.  
 $S$  = Factor de suelo especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.  
 $t$  = Espesor efectivo del muro.  
 $t_n$  = Espesor del núcleo confinado de una columna correspondiente a un muro confinado.  
 $U$  = Factor de uso o importancia, especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.  
 $V_c$  = Fuerza cortante absorbida por una columna de confinamiento ante el sismo severo.  
 $V_e$  = Fuerza cortante en un muro, obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.  
 $V_{Ei}$  = Fuerza cortante en el entrepiso "i" del edificio producida por el sismo severo.  
 $V_{ui}$  = Fuerza cortante producida por el sismo severo en el entrepiso "i" de uno de los muros.  
 $V_m$  = Resistencia al corte en el entrepiso "i" de uno de los muros.  
 $v'_m$  = Resistencia característica de la albañilería al corte obtenida de ensayos de muretes a compresión diagonal.

PROPUESTA DE NORMA E.070 ALBAÑILERÍA

---

- $Z$  = Factor de zona sísmica especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- $\delta$  = Factor de confinamiento de la columna por acción de muros transversales.
- $\delta$  = 1, para columnas de confinamiento con dos muros transversales.
- $\delta$  = 0,8, para columnas de confinamiento sin muros transversales o con un muro transversal.
- $\phi$  = Coeficiente de reducción de resistencia del concreto armado.
- $\phi$  = 0,9 (flexión o tracción pura).
- $\phi$  = 0,85 (corte-fricción o tracción combinada con corte-fricción).
- $\phi$  = 0,7 (compresión, cuando se use estribos cerrados).
- $\phi$  = 0,75 (compresión, cuando se use zunchos en la zona confinada).
- $\phi$  = Barras de acero de diámetro indicado
- $\rho$  = Cuantía del acero de refuerzo =  $A_s/(s.t)$ .
- $\sigma$  = Esfuerzo axial de servicio actuante en un muro =  $P_g/(t.L)$ .
- $\sigma_m$  =  $P_m/(t.L)$  = esfuerzo axial máximo en un muro.
- $\mu$  = Coeficiente de fricción concreto endurecido – concreto.
- $L_p$  = Longitud de la planta de la edificación.
- $A_p$  = Ancho de la planta de la edificación.
- $H_e$  = Altura de la edificación.
- $A_e$  = Área efectiva de un muro.
- $A_g$  = Área bruta de un muro.
- $F_e$  = Factor de corrección por esbeltez.
- $V_{m_i}$  = Resistencia al corte de los muros del entrepiso  $i$
- $V_{Ei}$  = Fuerza cortante sísmica en el entrepiso  $i$

**PARTE A**  
**ALBAÑILERÍA CONFINADA**

**CAPÍTULO 3**  
**COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA**

**Artículo 5.- Unidad de albañilería**

**5.1** Características generales

- 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.
- 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.
- Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.

**5.2** Clasificación para fines estructurales

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

<b>TABLA 1</b> <b>CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES</b>					
<b>CLASE</b>	<b>VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN</b> (máxima en porcentaje)			<b>ALABEO</b> (máximo en mm)	<b>RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN</b> $f'_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	<b>Hasta 100 mm</b>	<b>Hasta 150 mm</b>	<b>Más de 150 mm</b>		
<b>Ladrillo I</b>	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
<b>Ladrillo II</b>	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
<b>Ladrillo III</b>	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
<b>Ladrillo IV</b>	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
<b>Ladrillo V</b>	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)

**5.3** Limitaciones en su aplicación

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

**TABLA 2  
LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS  
CONFINADOS**

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

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

#### 5.4 Pruebas

- a) **Muestreo.**- El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.
- b) **Resistencia a la Compresión.**- Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

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

- c) **Variación Dimensional.**- Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.
- d) **Alabeo.**- Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.
- e) **Absorción.**- Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

#### 5.5 Aceptación de la unidad

- a) Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o más de 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.
- b) La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%. Las unidades de concreto, tendrán una absorción no mayor que 12%.
- c) La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.



- d) La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- e) La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.
- f) La unidad de albañilería de arcilla no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

**Artículo 6.- Mortero**

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

**6.2 Componentes**

- a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:
  - Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009.
  - Cemento Adicionado IP, NTP 334.830.
  - Una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.
  - Se aceptará cualquier otro cemento siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias mayores al 90 % del valor obtenido usando cemento portland I o cemento adicionado IP.
- b) El agregado fino será arena natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 3. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias mayores al 90 % del valor obtenido con la arena de la tabla 3.

<b>TABLA 3 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA</b>	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de finura estará comprendido entre 1,60 y 2,50.
- El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
- No deberá emplearse arena de mar.
- c) El agua será bebible y libre de sustancias deletéreas, sales, ácidos, álcalis y materia orgánica.

- 6.3 Clasificación para fines estructurales.** Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes (ver la Tabla 4).
- 6.4 Proporciones.** Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas en la Tabla 4.

TABLA 4 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

- Se podrán emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albañilería, o morteros industriales (embolsado o pre-mezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos.
- De no contar con cal hidratada normalizada, especificada en 6.2.a, se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla 4.

**Artículo 7.- Acero de refuerzo**

- 7.1** La armadura de los elementos de confinamiento deberá cumplir con lo establecido en las Norma Barras de Acero con Resaltes para Concreto Armado (NTP 341.031) y en la E.060 Concreto Armado.
- 7.2** Se permite el uso de barras lisas en estribos y armaduras electrosoldadas usadas como refuerzo horizontal. La armadura electrosoldada debe cumplir con la Norma de Malla de Alambre de Acero Soldado para Concreto Armado (NTP 350.002).
- 7.3** La armadura de los elementos de confinamiento podrá ser mediante canastillas de barras de acero electrosoldadas con las siguientes limitaciones:
- a) En edificaciones de hasta dos pisos;
  - b) En edificaciones de más de dos pisos se podrá usar canastillas de barras de acero electrosoldadas en los dos últimos niveles. En los niveles inferiores se deberá usar armadura convencional de acero.
- 7.4** La armadura de los elementos de arrioste en cercos, tabiques y parapetos podrá ser mediante canastillas de barras de acero electrosoldadas.

**Artículo 8.- Concreto**

- 8.1** El concreto de los elementos de confinamiento tendrá una resistencia a la compresión mayor o igual a 17,15 MPa (175 kg/cm<sup>2</sup>) y deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.

**CAPÍTULO 4**  
**PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA**

**Artículo 9.- Tratamiento de la unidad**

El tratamiento de las unidades de albañilería previo al asentado será el siguiente:

- a) Para unidades de concreto y unidades sílico-calcáreas: pasar una brocha húmeda sobre las caras de asentado o rociarlas.
- b) Para unidades de arcilla: de acuerdo a las condiciones climatológicas donde se encuentra ubicadas la obra, regarlas durante media hora, entre 10 y 15 horas antes de asentarlas. Se recomienda que la succión al instante de asentarlas esté comprendida entre 10 a 20 gr/200 cm<sup>2</sup>-min (\*).

*(\*) Un método de campo para evaluar la succión de manera aproximada, consiste en medir un volumen (V1, en cm<sup>3</sup>) inicial de agua sobre un recipiente de área definida y vaciar una parte del agua sobre una bandeja, luego se apoya la unidad sobre 3 puntos en la bandeja de manera que su superficie de asiento esté en contacto con una película de agua de 3 mm de altura durante un minuto, después de retirar la unidad, se vacía el agua de la bandeja hacia el recipiente y se vuelve a medir el volumen (V2, en cm<sup>3</sup>) de agua; la succión normalizada a un área de 200 cm<sup>2</sup>, se obtiene como:  $SUCCION = 200 (V_1 - V_2)/A$ , expresada en gr/200 cm<sup>2</sup>-min, donde "A" es el área bruta (en cm<sup>2</sup>) de la superficie de asiento de la unidad.*

**Artículo 10.- Construcción del muro**

- 10.1 La mano de obra empleada en las construcciones de albañilería será calificada.
- 10.2 Para el asentado de la primera hilada, la superficie de concreto que servirá de asiento (losa o sobrecimiento según sea el caso), se preparará con anterioridad de forma que quede rugosa; luego se limpiará de polvo u otro material suelto y se la humedecerá, antes de asentar la primera hilada.
- 10.3 Las unidades de albañilería se asentarán con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizará presionando verticalmente las unidades, sin bambolearlas.
- 10.4 Se utilizará unidades de albañilería de acuerdo a lo especificado en 5.3.
- 10.5 El tipo de aparejo debe traslapar las unidades entre hiladas consecutivas. El traslape se debe mantener en los encuentros de los muros.
- 10.6 Los muros se construirán a plomo y en línea.
- 10.7 En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor. En las juntas que contengan refuerzo horizontal, el espesor mínimo de la junta será 6 mm más el diámetro de la barra.

- 10.8 Se mantendrá el temple del mortero mediante el reemplazo del agua que se pueda haber evaporado, por una sola vez. El plazo del retemplado no excederá al de la fragua inicial del cemento.
- 10.9 No se asentará más de 1,30 m de altura de muro en una jornada de trabajo. En el caso de emplearse unidades totalmente sólidas (sin perforaciones), la primera jornada de trabajo culminará sin llenar la junta vertical de la primera hilada, este llenado se realizará al iniciarse la segunda jornada.
- 10.10 Las juntas de construcción entre jornadas de trabajos estarán limpias de partículas sueltas y serán previamente humedecidas.
- 10.11 Las instalaciones se colocarán de acuerdo a lo indicado en 2.6 y 2.7.
- 10.12 No se atentarán contra la integridad del muro recién asentado.

**Artículo 11.- Elementos de confinamiento**

- 11.1 La mezcla de concreto deberá ser fluida, con un revenimiento del orden de 127 mm (5 pulgadas) medida en el cono de Abrams. En las columnas de confinamiento de los muros en aparejo de sogá, el tamaño máximo de la piedra chancada no excederá de 12,7 mm (½ pulgada).
- 11.2 El concreto de las columnas de confinamiento se vaciará posteriormente a la construcción del muro de albañilería; este concreto empezará desde el borde superior del cimiento, no del sobrecimiento.
- 11.3 Las juntas de construcción entre elementos de concreto serán rugosas, humedecidas y libre de partículas sueltas.
- 11.4 El espesor mínimo de las columnas y soleras de confinamiento será igual al espesor efectivo del muro.
- 11.5 El peralte mínimo de la viga solera será igual al espesor de la losa de techo.
- 11.6 El peralte mínimo de la columna de confinamiento será de 250 mm. En el caso que se discontinúen las vigas soleras, por la presencia de ductos en la losa del techo o porque el muro llega a un límite de propiedad, el peralte mínimo de la columna de confinamiento respectiva deberá ser suficiente como para permitir el anclaje de la parte recta del refuerzo longitudinal existente en la viga solera más el recubrimiento respectivo (ver 12.3).
- 11.7 La conexión columna-albañilería podrá ser dentada o a ras:
  - a) En el caso de emplearse una conexión dentada, la longitud de la unidad saliente no excederá de 50 mm y deberá limpiarse de los desperdicios de mortero y partículas sueltas antes de vaciar el concreto de la columna de confinamiento.
  - b) En el caso de emplearse una conexión a ras, deberá adicionarse "chicotes" o "mechas" de anclaje (salvo que exista refuerzo horizontal continuo) compuestos por varillas de 6 mm de diámetro, que penetren por lo menos 400 mm al interior de la albañilería y 125 mm al interior de la columna de confinamiento más un doblez vertical a 90° de 100 mm; la cuantía mínima a utilizar debe ser 0,001.

**Artículo 12.- Refuerzos**

- 12.1** No se permitirá el traslape del refuerzo vertical en el primer entrepiso, ni tampoco en las zonas confinadas ubicadas en los extremos de soleras y columnas.
- 12.2** La parte recta de la longitud de anclaje del refuerzo vertical deberá penetrar al interior de la viga solera o cimentación; no se permitirá montar su doblez directamente sobre la última hilada del muro.
- 12.3** El recubrimiento mínimo de la armadura (medido al estribo) será 20 mm cuando los muros son tarrajeados y 30 mm cuando son caravista.
- 12.4** El refuerzo horizontal, cuando sea requerido, será continuo y anclará en las columnas de confinamiento 125 mm con gancho vertical a 90° de 100 mm (ver numeral 2.9).
- 12.5** Los estribos a emplear en las columnas de confinamiento deberán ser cerrados a 135°, pudiéndose emplear estribos con  $\frac{3}{4}$  de vuelta adicional, atando sus extremos con el refuerzo vertical, o también, zunchos que empiecen y terminen con gancho estándar a 180° doblado en el refuerzo vertical.

**CAPÍTULO 5**  
**RESISTENCIA DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA**

**Artículo 13.- Especificaciones generales**

- 13.1** La resistencia de la albañilería a compresión axial ( $f'_m$ ) y a corte ( $v'_m$ ) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla 5.

<b>TABLA 5</b>									
<b>MÉTODOS PARA DETERMINAR <math>f'_m</math> y <math>v'_m</math></b>									
<b>RESISTENCIA CARACTERÍSTICA</b>	<b>EDIFICIOS DE 1 A 3 PISOS</b>			<b>EDIFICIOS DE 4 A 5 PISOS</b>			<b>EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS</b>		
	<b>Zona Sísmica</b>			<b>Zona Sísmica</b>			<b>Zona Sísmica</b>		
	<b>3 Y 4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3 Y 4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3 Y 4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
$(f'_m)$	A	A	A	B	B	A	B	B	B
$(v'_m)$	A	A	A	B	A	A	B	B	A

- A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.  
 B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio.

- 13.2** Cuando se construyan conjuntos de edificios, la resistencia de la albañilería  $f'_m$  y  $v'_m$  deberá comprobarse mediante ensayos de laboratorio previos a la obra y durante la obra. Los ensayos previos a la obra se harán sobre cinco especímenes. Durante la construcción la resistencia será comprobada mediante ensayos con los criterios siguientes:
- a) Cuando se construyan conjuntos de hasta dos pisos en las zonas sísmicas 3 y 4,  $f'_m$  será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m<sup>2</sup> de área techada y  $v'_m$  con tres muretes por cada 1000 m<sup>2</sup> de área techada.
  - b) Cuando se construyan conjuntos de tres o más pisos en las zonas sísmicas 3 y 4,  $f'_m$  será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m<sup>2</sup> de área techada y  $v'_m$  con tres muretes por cada 500 m<sup>2</sup> de área techada.
- 13.3** Los prismas serán elaborados en el laboratorio de ensayos, utilizando el mismo contenido de humedad de las unidades de albañilería, la misma consistencia del mortero, el mismo espesor de juntas y la misma calidad de la mano de obra que se empleará en la construcción definitiva.
- 13.4** Los prismas tendrán un refrentado de cemento-yeso con un espesor que permita corregir la irregularidad superficial de la albañilería.
- 13.5** Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C durante 28 días. Los prismas podrán ensayarse a menor edad que la nominal de 28 días pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la Tabla 6.



Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Ladrillos de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Ladrillos de concreto	1,10	1,00

- 13.6** La resistencia característica  $f'_m$  en pilas y  $v'_m$  en muretes se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.
- 13.7** Resistencia de la pila de albañilería: calcular la resistencia de cada pila de albañilería dividiendo la carga de cada pila de la compresión máxima soportada entre el área bruta de sección transversal de esa pila.
- 13.8** El valor de  $v'_m$  para diseño no será mayor de:
- $$0,319 \sqrt{f'_m} \text{ en unidades de MPa ó}$$
- $$\sqrt{f'_m} \text{ en unidades de kg/cm}^2$$
- 13.9** En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 7, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: ½ : 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

Materia Prima	Clase	UNIDAD $f'_b$	PILAS $f'_m$	MURETES $v'_m$
Arcilla	Clase I - Artesanal	4,9 (50)	3,4 (35)	0,50 (5,1)
	Clase II - Artesanal	6,9 (70)	3,9 (40)	0,55 (5,6)
	Clase III - Artesanal	9,3 (95)	4,6 (47)	0,64 (6,5)
	Clase IV - Industrial	12,7 (130)	6,4 (65)	0,79 (8,1)
	Clase V - Industrial	17,6 (180)	8,3 (85)	0,90 (9,2)
Concreto	Industrial portante	17,5 (178)	7,0 (71)	0,44 (4,5)
Sílice-cal	Industrial portante	12,6 (129)	10,1 (103)	0,93 (9,5)

- 13.10** Los valores  $f'_m$  de la Tabla 7 han sido obtenidos contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 8.

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

**CAPÍTULO 6**  
**ESTRUCTURACIÓN**

**Artículo 14.- Estructura con diafragma rígido**

- 14.1 Debe preferirse edificaciones con diafragma rígido y continuo, es decir, edificaciones en los que las losas de piso, el techo y la cimentación, actúen como elementos que integran a los muros portantes y compatibilicen sus desplazamientos laterales.
- 14.2 Se deberá considerar y evaluar el efecto que sobre la rigidez del diafragma tienen las aberturas y discontinuidades en la losa.
- 14.3 Los diafragmas deben tener una conexión firme y permanente con todos los muros para asegurar que cumplan con la función de distribuir las fuerzas laterales en proporción a la rigidez de los muros y servirles, además, como arriostres horizontales.
- 14.4 Los diafragmas pueden ser losas unidireccionales o bidireccionales. Debe tratarse de que todos los muros reciban cargas de gravedad de estos diafragmas, ya que estas cargas incrementan la resistencia al corte de los muros (ver artículo 29).
- 14.5 Los diafragmas formados por elementos prefabricados deben tener conexiones que permitan conformar, de manera permanente, un sistema rígido que cumpla las funciones indicadas en 14.1 y 14.2.
- 14.6 Se asumirá que la cimentación constituye un diafragma rígido en la base de los muros, para lo cual deberá ser diseñada de acuerdo a las propiedades mecánicas del suelo de cimentación.
- 14.7 Es aceptable el uso de diafragmas flexibles en el último nivel de las edificaciones de varios pisos, en cuyo caso los muros trabajarán fundamentalmente a fuerzas laterales perpendiculares al plano, y deberán arriostrarse transversalmente con columnas de amarre, muros ortogonales, vigas soleras continuas y una adecuada conexión con el diafragma flexible.

**Artículo 15.- Configuración del edificio con diafragma rígido**

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

La configuración de los edificios con diafragma rígido debe tender a lograr edificaciones regulares según lo indicado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente:

- 15.1 Plantas simples y regulares. Las plantas con formas de L, T, etc., deberán ser evitadas o, en todo caso, se dividirán en formas simples.
- 15.2 Simetría en la distribución de masas y en la disposición de los muros en planta, de manera que se logre una razonable simetría en la rigidez lateral de cada piso.
- 15.3 Regularidad en altura, evitando cambios bruscos de rigideces, masas y discontinuidades en la transmisión de las fuerzas de gravedad y horizontales a través de los muros hacia la cimentación.

- 15.4** Densidad de muros similares en las dos direcciones principales de la edificación. Cuando en cualquiera de las direcciones no exista el área suficiente de muros para satisfacer los requisitos del numeral 25.b, se deberá suplir la deficiencia mediante pórticos, muros de concreto armado o la combinación de ambos.

**Artículo 16.- Estructura con diafragma flexible**

- 16.1** Se considera diafragma flexible a aquellos entrepisos o techos que conectan los muros portantes entre sí pero no compatibiliza sus desplazamientos laterales.
- 16.2** Las edificaciones con diafragmas flexibles deben limitarse a un máximo de tres (3) pisos.
- 16.3** Los muros de estas edificaciones deberán arriostrarse transversalmente con columnas, vigas soleras o muros ortogonales.
- 16.4** La influencia de las conexiones entre los muros y los diafragmas flexibles debe considerarse en el análisis de la edificación.
- 16.5** El análisis estructural de edificaciones con diafragma flexible se hará mediante un modelo lineal elástico tridimensional.

**Artículo 17.- Muros portantes**

Los muros portantes deberán tener:

- Una sección transversal preferentemente simétrica
- Continuidad vertical hasta la cimentación.
- Una longitud mayor ó igual a 1,20 m para ser considerados como contribuyentes en la resistencia a las fuerzas horizontales.
- Juntas de control para evitar movimientos relativos debidos a contracciones, dilataciones y asentamientos diferenciales en donde haya juntas de control en la cimentación, en las losas y techos.
- La distancia máxima entre juntas de control es de 8 m, en el caso de muros con unidades de concreto y de 25 m en el caso de muros con unidades de arcilla.

**Artículo 18.- Arriostres**

- 18.1** Los muros portantes y no portantes, de albañilería simple o albañilería confinada, serán arriostrados por elementos verticales u horizontales tales como muros transversales, columnas, soleras y diafragmas horizontales.
- 18.2** Los arriostres se diseñarán como apoyos del muro arriostrado, considerando a éste como si fuese una losa sujeta a fuerzas perpendiculares a su plano (Capítulo 10).
- 18.3** Un muro se considerará arriostrado cuando se cumplan las siguientes condiciones:
- a) El amarre o anclaje entre el muro y sus arriostres garantice la adecuada transferencia de esfuerzos.
  - b) Los arriostres tengan la suficiente resistencia y estabilidad que permita transmitir las fuerzas actuantes a los elementos estructurales adyacentes o al suelo.

**CAPÍTULO 7**  
**REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL DISEÑO DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA**

**Artículo 19.- Espesor efectivo**

El espesor efectivo "t" mínimo será:

$$t \geq \frac{h}{20} \quad (19.i)$$

Donde "h" es la altura libre entre los elementos de arriostre horizontales.

**Artículo 20.- Esfuerzo axial máximo**

El esfuerzo axial máximo ( $\sigma_m$ ) definido en 20.i deberá cumplir con las limitaciones indicadas en 20.ii y 20.iii.

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \quad (20.i)$$

$$\sigma_m \leq 0,2 f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \quad (20.ii)$$

$$\sigma_m \leq 0,15 f'_m \quad (20.iii)$$

Donde:

"P<sub>m</sub>" es la carga de gravedad máxima de servicio, incluyendo el 100% de sobrecarga  
"L" es la longitud total del muro (incluyendo el peralte de las columnas para el caso de los muros confinados).

De no cumplirse estas limitaciones habrá que mejorar la calidad de la albañilería, aumentar el espesor del muro, o reducir la magnitud de la carga axial.

**Artículo 21.- Aplastamiento y punzonamiento**

No se permitirán cargas concentradas verticales que actúen directamente sobre la albañilería y que generen esfuerzos de aplastamiento, deberán ir siempre sobre una columna que forma parte del muro.

No se permitirán cargas concentradas perpendiculares al plano del muro que generen acciones de punzonamiento.

**Artículo 22.- Condiciones para un muro portante confinado**

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

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

- b) Que la distancia máxima centro a centro entre las columnas de confinamiento sea dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m.
- c) Que se utilice unidades de acuerdo a lo especificado en 5.3 - Tabla 2.
- d) Que todos los empalmes y anclajes de la armadura desarrollen plena capacidad a la tracción. (Ver NTE E.060 Concreto Armado).
- e) Que los elementos de confinamiento funcionen integralmente con la albañilería.
- f) Las edificaciones de muros portantes confinados están limitadas a 5 pisos o 15 metros de altura.

**CAPÍTULO 8**  
**ANÁLISIS SÍSMICO DE EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA**

**Artículo 23.- Definiciones**

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

- **SISMO SEVERO.** Es aquél proporcionado por la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.
- **SISMO MODERADO.** Es aquél que proporciona fuerzas de inercia equivalentes a la mitad de los valores producidos por el "sismo severo".

**Artículo 24.- Consideraciones generales**

**24.1 Diseño por desempeño**

El Diseño por Desempeño se refiere a la metodología en la cual el criterio de diseño estructural se expresa en términos de alcanzar determinados objetivos de desempeño de acuerdo al nivel de peligro sísmico. Los niveles de peligro sísmico se representan por medio de los valores de máxima aceleración en la roca según el mapa de peligro sísmico de la norma E.030. El objetivo del desempeño de la estructura se representa por valores máximos de esfuerzos o valores límites de distorsión lateral. El objetivo del Diseño por Desempeño es poder predecir el comportamiento del edificio para varios niveles de peligro sísmico.

La Norma establece que el diseño sísmico de los muros confinados cubra todo su rango de comportamiento, desde la etapa elástica hasta su probable incursión en el rango inelástico. Para ello se aplica el criterio del diseño por desempeño el cual se basa en dos conceptos, el nivel de peligro sísmico y el nivel de desempeño de la edificación los cuales se muestran en la Tabla 9.

TABLA 9			
NIVEL DE PELIGRO SÍSMICO	FACTOR DE ZONA	DESEMPEÑO ESPERADO	ESTADO LÍMITE
<b>SISMO MODERADO</b>	Z/2	Sin daño estructural. Se conserva la rigidez y resistencia. Todos los muros operan en el rango elástico	La fuerza cortante producida en el muro ( $V_e$ ) es menor que $0.55 V_m$ siendo $V_m$ la fuerza cortante última del muro.
<b>SISMO SEVERO</b>	Z	Daño estructural importante. La estructura ha perdido una parte de su rigidez original, pero conserva un margen de seguridad contra el colapso. Los muros son reparables.	Máxima distorsión angular del muro en su plano = 1/200

**24.2** Para los propósitos de esta Norma, se establece los siguientes considerandos:

- a) El "sismo moderado" no debe producir la fisuración de ningún muro portante.
- b) El límite máximo de la distorsión angular ante la acción del "sismo severo" se fija en 1/200, para permitir que el muro sea reparable pasado el evento sísmico.



- c) Los elementos de confinamiento deben ser diseñados por capacidad de tal modo que puedan soportar la carga asociada a su incursión inelástica, y que proporcionen una resistencia a corte mayor o igual que la carga que recibe el muro cuando es producida por el "sismo severo".

**Artículo 25.- Estructuración en planta**

- a) **Muros a reforzar.** En las Zonas Sísmicas 2, 3 y 4 (ver la NTE E.030 Diseño Sismorresistente) se reforzará como mínimo los muros perimetrales de cierre y cada muro portante interior que lleve el 10% ó más de la fuerza sísmica. En la Zona Sísmica 1 se reforzará como mínimo los muros perimetrales de cierre.
- b) **Densidad mínima de muros reforzados.** La densidad mínima de muros portantes (ver artículo 17) a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\Sigma L.t}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N}{k} \quad (25.b.i)$$

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

"N" es el número de pisos del edificio;

"L" es la longitud total del muro (incluyendo columnas, si existiesen); y,

"t" es el espesor efectivo del muro

"k" es 40 para ladrillos artesanales y 60 para ladrillos industriales

De no cumplirse la expresión (25.b.i), podrá cambiarse el espesor de algunos de los muros, o agregarse placas de concreto armado, en cuyo caso, para hacer uso de la fórmula, deberá amplificarse el espesor real de la placa por la relación  $E_c/E_m$ , donde  $E_c$  y  $E_m$  son los módulos de elasticidad del concreto y de la albañilería, respectivamente.

**Artículo 26.- Análisis estructural**

- 26.1** El análisis estructural de los edificios de albañilería se realizará por métodos elásticos teniendo en cuenta los efectos causados por las cargas muertas, las cargas vivas y el sismo. La carga gravitacional para cada muro podrá ser obtenida por cualquier método racional.
- 26.2** La determinación del cortante basal y su distribución en elevación, se hará de acuerdo a lo indicado en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.
- 26.3** El análisis considerará las características del diafragma que forman las losas de techo; se deberá considerar el efecto que sobre la rigidez del diafragma tienen las aberturas y las discontinuidades en la losa.
- 26.4** El análisis considerará la participación de aquellos muros que no hayan sido aislados de la estructura principal. Cuando los muros se construyan integralmente con el alféizar, el efecto de éste deberá considerarse en el análisis.

**26.5** La distribución de la fuerza cortante en planta se hará teniendo en cuenta la rigidez de cada muro y las torsiones existentes y reglamentarias.

**26.6** En un análisis manual simplificado, para el cálculo de la rigidez de los muros, se agregará a su sección transversal una longitud de la sección transversal de aquellos muros que concurren ortogonalmente al muro en análisis igual a 6 veces el espesor del muro transversal. La rigidez lateral de un muro confinado deberá evaluarse transformando el concreto de sus columnas de confinamiento en área equivalente de albañilería, multiplicando su espesor real por la relación de módulos de elasticidad  $E_c/E_m$ ; el centroide de dicha área equivalente coincidirá con el de la columna de confinamiento.

En un análisis numérico automatizado, el modelo deberá considerar el comportamiento tipo caja de todos los muros portantes, incluyendo los elementos de concreto que formen parte de la estructura.

**26.7** El módulo de elasticidad ( $E_m$ ) y el módulo de corte ( $G_m$ ) para la albañilería se considerará como sigue:

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

Opcionalmente, los valores de " $E_m$ " y " $G_m$ " podrán calcularse experimentalmente según se especifica en el artículo 13.

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

**26.9** El módulo de elasticidad para el acero ( $E_s$ ) se considerará igual a 196 000 MPa (2 000 000 kg/cm<sup>2</sup>).

**CAPÍTULO 9**  
**DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA**

**Artículo 27.- Requisitos generales**

- Las previsiones contenidas en este capítulo aplican para edificaciones hasta de cinco pisos o 15 m de altura.
- Para este tipo de edificaciones se ha supuesto que la falla final se produce por fuerza cortante en los entrepisos bajos del edificio independientemente de la relación de aspecto (altura de entrepiso/ longitud del muro).
- En concordancia con el criterio de diseño por desempeño, el diseño de los muros debe orientarse a evitar que los muros se fisuren ante los sismos moderados y a evitar el colapso, manteniendo la integridad del muro de albañilería en sismos severos.

**Artículo 28.- Diseño para sismo moderado**

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

$$V_e \leq 0,55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible} \quad (28.1.i)$$

donde: " $V_e$ " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " $V_m$ " es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería (ver 28.2).

- 28.2** La resistencia al corte ( $V_m$ ) de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones:

**Unidades de Arcilla y Concreto:**  $V_m = 0.50 v'_m \alpha t L + 0.23 P_g$  (28.2.i)

**Unidades Silico-calcárea:**  $V_m = 0.35 v'_m \alpha t L + 0.23 P_g$  (28.2.ii)

$\alpha$  es el factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez, calculado como:

$$1/3 \leq \alpha = L / (0.8H) \leq 1 \quad (28.2.iii)$$

donde:

- $V'_m$  = resistencia característica a corte de la albañilería (ver 13.8 y 13.9).
- $P_g$  = carga permanente y total de la edificación más un porcentaje de la carga viva de acuerdo a la NTE E.030 Diseño Sismorresistente
- $t$  = espesor efectivo del muro (ver 3.13)
- $L$  = longitud total del muro (incluyendo a las columnas en el caso de muros confinados)
- $H$  = altura de entrepiso del muro

**Artículo 29.- Diseño para sismo severo**

El diseño del muro confinado frente al Sismo Severo contempla el diseño de los elementos de confinamiento, vigas y columnas de amarre, de tal forma que sean capaces de soportar la fuerza cortante y de momento flector en el plano del muro al momento de que este alcance su máxima capacidad resistente.

- 29.1** Las fuerzas internas para el diseño de los elementos de confinamiento (vigas y columnas) frente al Sismo Severo en cada entrepiso "i" se definen como:  $V_{ui}$  y  $M_{ui}$ ; y se obtienen amplificando los valores obtenidos del análisis elástico ante el Sismo Moderado ( $V_{ei}$ ,  $M_{ei}$ ) por el factor de amplificación  $f_u$ , el cual es la relación cortante de agrietamiento diagonal ( $V_{m1}$ ) entre cortante producido por el "sismo moderado" ( $V_{e1}$ ), ambos en el primer piso; debiendo cumplirse con la condición que el factor de amplificación  $f_u$  no deberá ser menor que dos ni mayor que tres:

$$f_u = V_{m1}/V_{e1} \quad \text{donde: } 2 \leq f_u \leq 3$$

$$\text{Luego, } V_{ui} = f_u V_{ei} \quad M_{ui} = f_u M_{ei} \quad (29.1.i)$$

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

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei} \quad (29.2.i)$$

Donde:

$\sum V_{mi}$ : Incluye sólo el aporte de los muros confinados y

$V_{Ei}$ : La fuerza cortante actuante en el entrepiso "i" del edificio, producida por el "sismo severo".

- 29.3** Cumplida la expresión  $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$  por los muros portantes de carga sísmica, el resto de muros que componen al edificio podrán ser no reforzados para la acción sísmica coplanar.
- 29.4** En edificios de hasta 4 pisos y cuando  $\sum V_{mi}$  en cada entrepiso sea mayor o igual a  $3 V_{Ei}$ , se considerará que el edificio se comporta elásticamente. Bajo esta condición, los elementos de confinamiento se diseñan con un refuerzo mínimo según la Tabla 10.

<b>TABLA 10</b>				
<b>REFUERZO LONGITUDINAL MÍNIMO DE COLUMNAS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO</b>				
# de Pisos del Edificio	Refuerzo longitudinal de columnas de confinamiento			
	1er piso	2do piso	3er piso	4to piso
1	4 $\phi$ 8 mm	----	----	----
2	4 $\phi$ 12 mm	4 $\phi$ 8 mm	----	----
3	4 $\phi$ 12 mm	4 $\phi$ 12 mm	4 $\phi$ 8mm	----
4	4 $\phi$ 12 mm	4 $\phi$ 12 mm	4 $\phi$ 8mm	4 $\phi$ 8mm
1 a 4	Refuerzo longitudinal de vigas de confinamiento 4 $\phi$ 8mm			

Tanto para vigas como para columnas, el refuerzo transversal mínimo será de estribos cerrados como sigue:

$$\square \phi 6 \text{ mm}, 4 @ 10 \text{ mm y resto } @ 250 \text{ mm}$$

**Artículo 30.- Diseño de los elementos de confinamiento**

El diseño de los elementos de confinamiento (vigas y columnas) ante fuerza sísmica en el plano, se realizará asumiendo que los muros son de sección rectangular ( $L.t$ ). Las columnas pertenecientes a dos muros ortogonales entre sí se diseñarán con los mayores valores de fuerza proveniente del análisis independiente de ambos muros.

**30.1** Diseño de las columnas de confinamiento del primer piso

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

TABLA 11 FUERZAS INTERNAS EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO			
COLUMNA	$V_c$ (fuerza cortante)	$T$ (tracción)	$C$ (compresión)
Interior	$\frac{V_{u1} \cdot L_m}{L(N_c + 1)}$	$V_{u1} \frac{h}{L} - P_c$	$P_c \frac{V_{u1} \cdot h}{2L}$
Extrema	$1,5 \frac{V_{u1} \cdot L_m}{L(N_c + 1)}$	$F - P_c$	$P_c + F$

Donde:

$$M = M_{u1} - 1/2 V_{u1} \cdot h \text{ ("h" es la altura del primer entrepiso).}$$

$$F = M/L = \text{fuerza axial en las columnas extremas producidas por "M".}$$

$$N_c = \text{número de columnas de confinamiento (en muros de un paño } N_c = 2)$$

$$L_m = \text{longitud del paño mayor ó } 0,5 L, \text{ lo que sea mayor (en muros de un paño } L_m = L)$$

$P_c$  = es la sumatoria de las cargas gravitacionales siguientes: carga vertical directa sobre la columna de confinamiento; mitad de la carga axial sobre el paño de muro a cada lado de la columna; y, carga proveniente de los muros transversales de acuerdo a su longitud tributaria indicada en 26.6.

**Determinación de la sección de concreto de la columna de confinamiento**

El área de la sección de las columnas será la mayor de las que proporcione el diseño por compresión o el diseño por corte fricción, pero no menor que 250 veces el espesor de la columna ( $250 t$ ) en  $\text{mm}^2$ .

### Diseño por compresión

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

$$A_n = A_s + \frac{C/\phi - A_s f_y}{0,85\delta f_c'} \quad (30.1.i)$$

donde:

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

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

$\delta = 1$ , para columnas confinadas por muros transversales

Para calcular la sección transversal de la columna ( $A_c$ ), deberá agregarse los recubrimientos (ver 12.3) al área del núcleo " $A_n$ "; el resultado no deberá ser menor que el área requerida por corte-fricción " $A_{cf}$ ". Adicionalmente, en los casos que la viga solera se discontinúe, el peralte de la columna deberá ser suficiente como para anclar al refuerzo longitudinal existente en la solera.

### Diseño por corte-fricción ( $V_c$ )

La sección transversal ( $A_{cf}$ ) de las columnas de confinamiento se diseñará para soportar la acción de corte fricción, con la expresión siguiente:

$$A_{cf} = \frac{V_c}{0,2 f_c' \phi} \geq A_c \geq 150t (mm^2) \quad (30.1.ii)$$

donde:  $\phi = 0,85$

### Determinación del refuerzo vertical

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

$$A_{sf} = \frac{V_c}{f_y \cdot \mu \cdot \phi} \quad A_{st} = \frac{T}{f_y \cdot \phi} \quad (30.1.iii)$$

$$A_s = A_{sf} + A_{st} \geq \frac{0,1 f_c' A_c}{f_y} \dots (\text{mínimo } 4 \phi 8mm) \quad (30.1.iv)$$

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



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

#### Determinación de los estribos de confinamiento

- Los estribos de las columnas de confinamiento podrán ser ya sea estribos cerrados con gancho a  $135^\circ$ , estribos de  $1 \frac{3}{4}$  de vuelta o zunchos con ganchos a  $180^\circ$ . En los extremos de las columnas, en una altura no menor de 450 mm o  $1,5 d$  (por debajo o encima de la solera, dintel o sobrecimiento), deberá colocarse el menor de los siguientes espaciamientos (s) entre estribos:

$$s_1 = \frac{A_v \cdot f_y}{0,3 t_n \cdot f_c' (A_c / A_n - 1)} \quad s_2 = \frac{A_v \cdot f_y}{0,12 t_n \cdot f_c'} \quad (30.1.v)$$

$$s_3 = \frac{d}{4} \geq 50 \text{ mm} \quad s_4 = 100 \text{ mm}$$

Donde "d" es el peralte de la columna, "t<sub>n</sub>" es el espesor del núcleo confinado y "A<sub>v</sub>" es la suma de las ramas paralelas del estribo.

- El confinamiento mínimo con estribos será  $\square \phi 6 \text{ mm}$ , 1 @ 50, 4 @ 100, r @ 250 mm. Adicionalmente se agregará 2 estribos en la unión solera-columna y estribos @ 100 mm en el sobrecimiento.

#### 30.2 Diseño de las vigas de confinamiento correspondientes al primer nivel

- La solera se diseñará a tracción pura para soportar una fuerza igual a  $T_s$  :

$$T_s = V_{m1} \frac{L_m}{2L}; \quad (30.2.i)$$

$$A_s = \frac{T_s}{\phi f_y} \geq \frac{0,1 f_c' A_{cs}}{f_y} \dots (\text{mínimo: } 4 \phi 8 \text{ mm}) \quad (30.2.ii)$$

donde:  $\phi = 0,9$

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

- El área de la sección transversal de la solera ( $A_{cs}$ ) será suficiente para alojar el refuerzo longitudinal ( $A_s$ ), pudiéndose emplear vigas chatas con un peralte igual al espesor de la losa del techo. En la solera se colocará estribos mínimos:  $\square \phi 6 \text{ mm}$ , 1 @ 50, 4 @ 100, r @ 250 mm.

**30.3** Verificación del agrietamiento diagonal en los entrepisos superiores

En cada entrepiso superior al primero ( $i > 1$ ), deberá verificarse para cada muro confinado que:  $V_{mi} > V_{ui}$

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

**30.4** Diseño de los elementos de confinamiento en pisos superiores no agrietados

- a) Las columnas extremas de los pisos superiores deberán tener un refuerzo vertical ( $A_s$ ) capaz de absorber la tracción “T” producida por el momento flector ( $M_{ui} = f_u M_{ei}$ ) actuante en el piso en estudio.

$$F = \frac{M_{ui}}{L} \quad (30.4.a.i)$$

$$T = F - P_c > 0 \quad (30.4.a.ii)$$

$$A_s = \frac{T}{\phi f_y} \geq \frac{0,1 f_c' A_c}{f_y} \dots (\text{mínimo: } 4 \phi 8mm), \quad (30.4.a.iii)$$

donde  $\phi = 0,9$ .

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

$$C = P_c + F \quad (30.4.b.i)$$

$$A_n = A_s + \frac{C / \phi - A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \delta \cdot f_c'} \quad (30.4.b.ii)$$

donde:

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

$\delta = 0,8$  Para columnas sin muros transversales

$\delta = 1$  Para columnas confinadas por muros transversales

- c) Las columnas internas podrán tener refuerzo mínimo.

- d) Las soleras se diseñarán a tracción con una fuerza igual a " $T_s$ ":

$$T_s = V_u \frac{L_m}{2L} \quad (30.4.d.i)$$

$$A_s = \frac{T_s}{\phi f_y} \geq \frac{0,1 f_c' A_{cs}}{f_y} \dots (\text{mínimo } 4 \phi 8 \text{ mm}) \quad (30.4.d.ii)$$

donde  $\phi = 0,9$

- e) Tanto en las soleras como en las columnas de confinamiento, podrá colocarse estribos mínimos: []  $\phi$  6mm, 1 @ 50, 4@ 100, r @ 250 mm.

**Artículo 31.- Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros**

Todo muro confinado cuyo cortante bajo sismo severo sea mayor o igual a su resistencia al corte ( $V_u \geq V_m$ ), o que tenga un esfuerzo a compresión axial producido por la carga gravitacional considerando toda la sobrecarga,  $\sigma_m = P_m / (L.t)$ , mayor o igual que  $0,05 f_m'$ , deberá llevar refuerzo horizontal continuo anclado a las columnas de confinamiento.

La cuantía del acero de refuerzo horizontal será:  $\rho = A_s / (s.t) \geq 0,001$ . Las varillas de refuerzo penetrarán en las columnas de confinamiento por lo menos 125 mm y terminarán con gancho a 90° vertical de 100 mm de longitud.

**Artículo 32.- Criterios para el diseño de cimentación**

Los cimientos corridos y zapatas de las edificaciones de albañilería serán diseñadas de acuerdo a lo normado en los capítulos Zapatas y Concreto Estructural Simple de la NTE E.060 Concreto Armado.

**CAPÍTULO 10**  
**INTERACCIÓN MURO DE ALBAÑILERÍA – ESTRUCTURA APORTICADA**

**Artículo 33.- Alcance**

- 33.1** Este Capítulo aplica a los muros de albañilería empleados para reforzar pórticos de concreto armado o acero. Puede aplicarse también para los muros de cierre y particiones de edificios aporticados, que no teniendo el propósito específico de reforzar al edificio, están adosados a sus pórticos, cuando el proyectista quiera proteger al edificio de efectos que se describen en 33.2.
- 33.2** Cuando un muro no ha sido aislado del pórtico que lo enmarca, ante las acciones sísmicas se producirá la interacción de ambos sistemas. Este efecto incrementa sustancialmente la rigidez lateral del pórtico y puede generar los siguientes problemas:
1. torsión en el edificio.
  2. concentración de esfuerzos en las esquinas del pórtico
  3. fractura del muro.
  4. "piso blando", que se presenta cuando un determinado piso está libre de muros, mientras que los pisos superiores se encuentran rigidizados por los muros.
  5. "columnas cortas", donde el parapeto ó alféizar alto (ventanas de poca altura) restringe el desplazamiento lateral de las columnas.
  6. Incremento de las fuerzas sísmicas en el edificio.

**Artículo 34.- Disposiciones**

- 34.1** La distorsión angular máxima de cada entrepiso, considerando la contribución de los muros en la rigidez, deberá ser menor que  $1 / 200$ . Para atenuar los problemas de interacción muro-pórtico, se sugiere adicionar al edificio placas de concreto armado que permitan limitar los desplazamientos del entrepiso.
- 34.2** En esta Norma se propone adoptar como modelo estructural un sistema compuesto por las barras continuas del pórtico de concreto armado, agregando en aquellos paños donde existan muros, un puntal diagonal de albañilería (ver el módulo de elasticidad " $E_m$ " en 26.7) que trabaje a compresión, en reemplazo del muro. Opcionalmente, podrá adoptarse otros modelos que reflejen la interacción muro-pórtico. La sección transversal del puntal será  $bt$ .
- donde:*  
 $t$  = espesor efectivo del muro  
 $b$  = ancho equivalente del puntal de albañilería =  $1/4 D$   
 $D$  = longitud del puntal (o longitud diagonal del muro)
- 34.3** La falla de un muro puede modificar sustancialmente el análisis estructural elástico al desaparecer el efecto de puntal en los muros que se agrietan o desploman; por lo tanto, será necesario que los muros se comporten elásticamente, incluso ante los sismos severos, y emplear elementos de anclaje que lo conecten a la estructura principal para evitar su volcamiento ante las acciones ortogonales a su plano.

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

**Nomenclatura**

$R$  = resistencia última del puntal de albañilería

$L, h, t$  = longitud, altura y espesor del muro, respectivamente

$$D = \sqrt{L^2 + h^2}$$

$f'_m$  = resistencia característica a compresión axial de la albañilería. Ver la Tabla 7.

$f'_s$  = resistencia última a cizalle de la albañilería = 4 kg/cm<sup>2</sup> (0.39 MPa)

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

$$R_c = 0,12 f'_m D t \quad (34.4.1.i)$$

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

$$R_t = 0,85 \sqrt{f'_m} D t \quad (34.4.2.i)$$

Donde  $f'_m$  en unidades de kg/cm<sup>2</sup>,  $D$  y  $t$  en cm, se obtiene  $R_t$  en kgf.

$$R_t = 0,2662 \sqrt{f'_m} D t \quad (34.4.2.ii)$$

Donde  $f'_m$  en unidades de MPa,  $D$  y  $t$  en mm, se obtiene  $R_t$  en N.

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

$$R_s = \frac{f'_s \cdot t \cdot D}{1 - 0,4 h/L} \quad (34.4.3.i)$$

- 34.5** La fuerza de compresión actuante en el puntal, proveniente del análisis sísmico elástico ante el sismo severo, especificado en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente, deberá ser menor que la resistencia a la rotura del muro (contemplando los tres tipos de falla indicados en 34.4).

**CAPÍTULO 11**  
**DISEÑO SIMPLIFICADO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA**

**Artículo 35.- Justificación**

Teniendo en consideración que un gran porcentaje de las construcciones modernas de albañilería de ladrillo confinada corresponden a construcciones de baja altura.

Que es necesario contar con un procedimiento reglamentario de análisis simplificado para estas viviendas, se propone el siguiente procedimiento para construcciones de albañilería confinada.

**Artículo 36.- Criterio general para el análisis simplificado**

El criterio general del análisis simplificado se basa en la premisa de conseguir un sistema estructural que permita el flujo adecuado de las cargas verticales y sísmicas desde su punto de aplicación hasta la cimentación de forma continua y eficiente. Se debe contar también con una cimentación capaz de transmitir dichas cargas de manera correcta al terreno de cimentación.

**Artículo 37.- Requisitos**

Para utilizar el método del análisis simplificado, la edificación debe cumplir los siguientes requisitos:

- a) Altura máxima de la edificación 7.50 m o tres pisos.
- b) La relación entre la longitud de la planta ( $L_p$ ) y su ancho ( $A_p$ ) debe ser menor o igual a 2. ( $L_p/A_p \leq 2$ ).
- c) La relación entre la altura de la edificación ( $H_e$ ) y la menor dimensión en planta ( $A_p$ ) debe ser menor o igual a 1.5. ( $H_e/A_p \leq 1.5$ ).
- d) Al menos el 75% del total de cargas verticales muertas y vivas debe ser soportado por muros confinados alineados verticalmente en toda la altura de la edificación.
- e) Los entrepisos y techo deben comportarse como diafragmas rígidos para la distribución de las fuerzas horizontales de sismo.
- f) La distribución de muros en planta debe ser razonablemente simétrica en las dos direcciones principales. La excentricidad, considerada como la distancia entre el centro de masas de cada nivel y el centro de rigidez calculado según el artículo 40 no será mayor del 10% de la dimensión en planta de la edificación, en cada una de las direcciones principales de análisis sísmico.

**Artículo 38.- Rigidez torsional mínima**

En todos los pisos se tendrá como mínimo dos muros portantes perimetrales paralelos cada uno con una longitud no menor a la mitad de la mayor dimensión en planta de la edificación. Esta condición se cumple si hay varios muros en el perímetro cuya suma de longitudes sea mayor que la mitad de la mayor dimensión en planta de la edificación.

Los muros perimetrales deben estar conectados a través de un diafragma rígido.



**Artículo 39.- Características del procedimiento simplificado**

- a) No es necesario el cálculo de los desplazamientos laterales.
- b) No es necesaria una corrección por torsión.
- c) El cálculo de las fuerzas sísmicas y la verificación de la resistencia se realiza en forma manual.
- d) Para verificar la resistencia sísmica, la sumatoria de las resistencias de los muros debe ser igual o mayor al cortante sísmico calculado según artículo 41.

**Artículo 40.- Cálculo del centro de rigidez**

El centro de rigidez se determina de acuerdo a la ubicación del centroide de las áreas de corte efectivas de los muros en cada dirección principal de análisis.

El área efectiva de cada muro ( $A_e$ ) se determina multiplicando el área bruta del muro ( $A_g$ ) por un factor de corrección por esbeltez ( $F_e$ ) el cual está dado por

$$A_e = A_g \times F_e$$

Donde:

$$F_e = 1.0 \quad \text{si } h/L \leq 1.33$$

$$F_e = (1.33 L/h)^2 \quad \text{si } h/L > 1.33$$

Para el cálculo del área bruta del muro ( $A_g$ ) se multiplica la longitud total del muro incluyendo las columnas de confinamiento por su espesor efectivo.

**Artículo 41.- Cálculo de la fuerza sísmica**

La fuerza sísmica se determina según el numeral 4.5.2 de la Norma E.030 considerando un comportamiento elástico aun en caso de sismos severos, lo que equivale a usar un factor de reducción  $R = 1$ .

**Artículo 42.- Cálculo de la resistencia al corte de un muro**

La resistencia al corte de un muro  $V_m$  se determina multiplicando el área efectiva del muro ( $A_e$ ) por la resistencia unitaria al corte ( $v'_m$ ) según el Capítulo 5 de la presente Norma.

$$V_m = A_e \times v'_m$$

**Artículo 43.- Verificación de la resistencia sísmica de la edificación**

La sumatoria de la resistencia al corte de los muros debe ser mayor al cortante sísmico  $V_{Ei}$  en cada entrepiso  $i$ .

$$\sum V_{mi} > V_{Ei}$$

**Artículo 44.- Elementos de confinamiento**

**44.1 Dimensiones mínimas de columnas**

Donde  $t$  es el espesor efectivo del muro

$$t \times 300 \text{ mm, si } t \leq 150 \text{ mm}$$

$$t \times 250 \text{ mm, si } t \geq 220 \text{ mm}$$

**44.2** Dimensiones mínimas de vigas soleras

Espesor de losa x 250 mm

TABLA 13 REFUERZOS MÍNIMOS DE ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO			
	Columna Extrema	Columna Interior	Viga solera
1er piso	4 varillas de $\phi \frac{1}{2}$ "	4 varillas de $\phi \frac{3}{8}$ "	4 varillas de $\phi \frac{1}{2}$ "
2do piso	4 varillas de $\phi \frac{1}{2}$ "	4 varillas de $\phi \frac{3}{8}$ "	4 varillas de $\phi \frac{3}{8}$ "
3er piso	4 varillas de $\phi \frac{3}{8}$ "	4 varillas de $\phi \frac{3}{8}$ "	4 varillas de $\phi \frac{3}{8}$ "

El confinamiento mínimo con estribos será  $\square \phi 6\text{mm}$ , 1 @ 50, 4 @ 100, r @ 250 mm.

**44.3** La distancia centro a centro entre las columnas de confinamiento debe ser menor a dos veces la distancia entre los arriostres horizontales, o menor que 5 m. De no cumplirse esta condición, la albañilería deberá ser diseñada ante acciones sísmicas ortogonales a su plano.

**44.4** La densidad mínima de muros a confinar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Area de Corte de los Muros Confinados}}{\text{Area de la Planta Típica}} = \frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{ZU.S.N}{18} \quad (44.4.i)$$

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

"N" es el número de pisos del edificio;

"L" es la longitud total del muro (incluyendo columnas, si existiesen); y,

"t" es el espesor efectivo del muro

De no cumplirse la expresión (44.4.i), podrá cambiarse el espesor de algunos de los muros, o agregarse placas de concreto armado, en cuyo caso, para hacer uso de la fórmula, deberá amplificarse el espesor real de la placa por la relación  $E_c / E_m$ , donde  $E_c$  y  $E_m$  son los módulos de elasticidad del concreto y de la albañilería, respectivamente.

**PARTE B**  
**ALBAÑILERÍA ARMADA**

**CAPÍTULO 12**  
**COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA ARMADA**

**Artículo 45.- Unidad de albañilería**

- Se denomina bloque a aquella unidad alveolar que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- Los bloques a los que se refiere esta Norma utilizan en su elaboración arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- 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.

**45.1** Clasificación para fines estructurales

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 14.

<b>TABLA 14</b>					
<b>CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES</b>					
<b>CLASE</b>	<b>VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN</b> (máxima en porcentaje)			<b>ALABEO</b> (máximo en mm)	<b>RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN</b> $f'_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	<b>Hasta 100 mm</b>	<b>Hasta 150 mm</b>	<b>Más de 150 mm</b>		
<b>Bloque P</b> <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
<b>Bloque NP</b> <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

**45.2** Limitaciones en su aplicación

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 15. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

<b>TABLA 15</b>		
<b>LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES</b>		
<b>TIPO</b>	<b>ZONA SÍSMICA 2, 3 Y 4</b>	<b>ZONA SÍSMICA 1</b>
		Cualquier muro portante
Alveolar	Celdas totalmente rellenas con grout en los dos primeros pisos. En los pisos restantes de acuerdo a lo indicado en los planos.	Celdas parcialmente rellenas con grout de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto.

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

**Artículo 46.- Mortero**

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

**46.2 Componentes**

a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

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

b) El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 16. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias equivalentes con los ensayos con la arena de la Tabla 16.

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

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.
- El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
- No deberá emplearse arena de mar.

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

**Artículo 47.- Concreto líquido o grout**

**47.1 Definición.** El concreto líquido o Grout es un material de consistencia fluida que resulta de mezclar cemento, agregados y agua, pudiéndose adicionar cal hidratada normalizada en una proporción que no exceda de 1/10 del volumen de cemento u otros aditivos que no disminuyan la resistencia o que originen corrosión del acero de refuerzo. El concreto líquido o grout se emplea para rellenar los alvéolos de las unidades de albañilería en la construcción de los muros armados, y tiene como función integrar el refuerzo con la albañilería en un sólo conjunto estructural.

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

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

**47.3 Componentes**

a) Los materiales aglomerantes serán:

- Cemento Portland I y II, NTP 334.009
- Cemento Adicionado IP, NTP 334.830
- Una mezcla de cemento Portland o adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002
- Se aceptará cualquier otro cemento siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias equivalentes con los obtenidos usando cemento portland I o cemento adicionado IP.

b) El agregado grueso será confitillo que cumpla con la granulometría especificada en la Tabla 17. Se podrá utilizar otra granulometría siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias equivalentes con los ensayos del confitillo de la Tabla 17.

TABLA 17 GRANULOMETRÍA DEL CONFITILLO	
MALLA ASTM	% QUE PASA
½ pulgada	100
3/8 pulgada	85 a 100
N° 4 (4,75 mm)	10 a 30
N° 8 (2,36 mm)	0 a 10
N° 16 (1,18 mm)	0 a 5

c) El agregado fino será arena gruesa natural, con las características indicadas en la Tabla 16.

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

**47.4 Preparación y fluidez.** Los materiales que componen el grout (ver la Tabla 18) serán batidos mecánicamente con agua hasta lograr la consistencia de un líquido uniforme, sin segregación de los agregados, con un revenimiento medido en el Cono de Abrams comprendido entre 225 mm a 275 mm.

TABLA 18 COMPOSICIÓN VOLUMÉTRICA DEL CONCRETO LIQUIDO o GROUT				
CONCRETO LÍQUIDO	CEMENTO	CAL	ARENA	CONFITILLO
FINO	1	0 a 1/10	2 1/4 a 3 veces la suma de los volúmenes de los aglomerantes	-----
GRUESO	1	0 a 1/10	2 1/4 a 3 veces la suma de los aglomerantes	1 a 2 veces la suma de los aglomerantes

- 47.5 Resistencia.** El concreto líquido tendrá una resistencia mínima a compresión  $f'_c = 13,72$  MPa ( $140 \text{ kg/cm}^2$ ). La resistencia a compresión  $f'_c$  será obtenida promediando los resultados de 5 probetas, ensayadas a una velocidad de carga de 5 toneladas/minutos, menos 1,3 veces la desviación estándar. Las probetas tendrán una esbeltez igual o mayor a 2 y serán fabricadas en la obra empleando como moldes a las unidades de albañilería a utilizar en la construcción, recubiertas con papel filtro. Estas probetas no serán curadas y serán mantenidas en sus moldes hasta cumplir 28 días de edad.

**Artículo 48.- Acero de refuerzo**

- 48.1** La armadura deberá cumplir con lo establecido en las Norma Barras de Acero con Resaltes para Concreto Armado (NTP 341.031).
- 48.2** Sólo se permite el uso de barras lisas en estribos y armaduras electrosoldadas usadas como refuerzo horizontal. La armadura electrosoldada debe cumplir con la Norma de Malla de Alambre de Acero Soldado para Concreto Armado (NTP 350.002).



**CAPÍTULO 13**  
**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA ALBAÑILERÍA ARMADA.**

**Artículo 49.- Tratamiento de la unidad**

El tratamiento de las unidades de albañilería previo al asentado será el siguiente:

- a) Para unidades de concreto y unidades sílico-calcáreas: pasar una brocha húmeda sobre las caras de asentado o rociarlas.
- b) Para unidades de arcilla: de acuerdo a las condiciones climatológicas donde se encuentra ubicadas la obra, regarlas durante media hora, entre 10 y 15 horas antes de asentarlas. Se recomienda que la succión al instante de asentarlas esté comprendida entre 10 a 20 gr/200 cm<sup>2</sup>-min (\*).

*(\*) Un método de campo para evaluar la succión de manera aproximada, consiste en medir un volumen (V1, en cm<sup>3</sup>) inicial de agua sobre un recipiente de área definida y vaciar una parte del agua sobre una bandeja, luego se apoya la unidad sobre 3 puntos en la bandeja de manera que su superficie de asiento esté en contacto con una película de agua de 3 mm de altura durante un minuto, después de retirar la unidad, se vacía el agua de la bandeja hacia el recipiente y se vuelve a medir el volumen (V2, en cm<sup>3</sup>) de agua; la succión normalizada a un área de 200 cm<sup>2</sup>, se obtiene como:  $SUCCIÓN = 200 (V1 - V2)/A$ , expresada en gr/200 cm<sup>2</sup>-min, donde "A" es el área bruta (en cm<sup>2</sup>) de la superficie de asiento de la unidad.*

**Artículo 50.- Construcción de muro**

- 50.1** El profesional responsable de la obra deberá verificar la competencia de la mano de obra empleada en las construcciones de albañilería.
- 50.2** Para el asentado de la primera hilada, la superficie de concreto que servirá de asiento (losa o sobrecimiento según sea el caso), se preparará con anterioridad de forma que quede rugosa; luego se limpiará de polvo u otro material suelto y se la humedecerá, antes de asentar la primera hilada.
- 50.3** Las unidades de albañilería se asentarán con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizará presionando verticalmente las unidades, sin bambolearlas.
- 50.4** Se utilizará unidades de albañilería de acuerdo a lo especificado en artículo 52.
- 50.5** El tipo de aparejo a utilizar será de sogá o cabeza, traslapándose las unidades entre las hiladas consecutivas.
- 50.6** Los muros se construirán a plomo y en línea.
- 50.7** En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales fuera de los alveolos y las juntas verticales quedarán completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor. En las juntas que contengan refuerzo horizontal, el espesor mínimo de la junta será 6 mm más el diámetro de la barra.

- 50.8** Se mantendrá el temple del mortero mediante el reemplazo del agua que se pueda haber evaporado, por una sola vez. El plazo del retemplado no excederá al de la fragua inicial del cemento.
- 50.9** No se asentará más de 1,30 m de altura de muro en una jornada de trabajo.
- 50.10** Las juntas de construcción entre jornadas de trabajos estarán limpias de partículas sueltas y serán previamente humedecidas.
- 50.11** Las instalaciones se colocarán de acuerdo a lo indicado en 2.7 y 2.8.
- 50.12** No se atentará contra la integridad del muro recién asentado.
- 50.13** El procedimiento de colocación y consolidación del concreto líquido dentro de las celdas de las unidades, deberá garantizar la ocupación total del espacio y la ausencia de cangrejas. No se permitirá el vibrado de las varillas de refuerzo.
- 50.14** Todos los alvéolos de las unidades que se utilicen en los muros portantes de carga sísmica, de los dos primeros pisos de edificios de 3 ó más pisos, deberán estar totalmente rellenos de concreto líquido. Para los muros de los pisos superiores podrá emplearse muros parcialmente rellenos, si cumplen con la limitación dada en 64.8.

#### **Artículo 51.- Refuerzos**

- 51.1** Los empalmes del refuerzo vertical podrán ser por traslape, por soldadura o por medios mecánicos.
- Los empalmes por traslape serán de 60 veces el diámetro de la barra.
  - Los empalmes por soldadura sólo se permitirán en barras de acero ASTM A706 (soldables), en este caso la soldadura seguirá las especificaciones dadas por AWS.
  - Los empalmes por medios mecánicos se harán con dispositivos que hayan demostrado mediante ensayos que la resistencia a tracción del empalme es por lo menos 125% de la resistencia de la barra.
  - En muros cuyo diseño contemple la formación de rótulas plásticas, las barras verticales deben ser preferentemente continuas en el primer piso empalmándose recién en el segundo piso (\*). Cuando no sea posible evitar el empalme, éste podrá hacerse por soldadura, por medios mecánicos o por traslape; en el último caso, la longitud de empalme será de 60 veces el diámetro de la barra y 90 veces el diámetro de la barra en forma alternada.
- (\*) Una técnica que permite facilitar la construcción empleando refuerzo vertical continuo en el primer piso, consiste en utilizar unidades de albañilería recortadas en forma de H, con lo cual además, las juntas verticales quedan completamente llenas con grout.*
- 51.2** El refuerzo horizontal debe ser continuo y anclado en los extremos con doblez vertical de 100 mm en la celda extrema.
- 51.3** Las varillas verticales deberán penetrar, sin doblarlas, en el interior de los alvéolos de las unidades correspondientes.
- 51.4** Para asegurar buena adhesión entre el concreto líquido y el concreto de asiento de la primera hilada, las celdas deben quedar totalmente libres de polvo o restos de mortero proveniente del proceso de asentado; para el efecto los bloques de la primera

hilada tendrán ventanas de limpieza. Para el caso de muros totalmente llenos, las ventanas se abrirán en todas las celdas de la primera hilada; en el caso de muros parcialmente rellenos, las ventanas se abrirán solo en las celdas que alojen refuerzo vertical. En el interior de estas ventanas se colocará algún elemento no absorbente que permita la limpieza final.

- 51.5** Para el caso de la albañilería parcialmente rellena, los bloques vacíos correspondientes a la última hilada serán taponados a media altura antes de asentarlos, de tal manera que por la parte vacía del alvéolo penetre el concreto de la viga solera o de la losa del techo formando llaves de corte que permitan transferir las fuerzas sísmicas desde la losa hacia los muros. En estos muros, el refuerzo horizontal no atravesará los alvéolos vacíos, sino que se colocará en el mortero correspondiente a las juntas horizontales.
- 51.6** Para el caso de unidades apilables no son necesarias las ventanas de limpieza; la limpieza de la superficie de asiento se realizará antes de asentar la primera hilada.
- 51.7** Antes de encofrar las ventanas de limpieza, los alvéolos se limpiarán preferentemente con aire comprimido y las celdas serán humedecidas interiormente regándolas con agua, evitando que esta quede empozada en la base del muro.
- 51.8** El concreto líquido o grout se vaciará en dos etapas. En la primera etapa se vaciará hasta alcanzar una altura igual a la mitad del entrepiso, compactándolo en diversas capas, transcurrido 5 minutos desde la compactación de la última capa, la mezcla será recompactada. Transcurrida media hora, se vaciará la segunda mitad del entrepiso, compactándolo hasta que su borde superior esté por debajo de la mitad de la altura correspondiente a la última hilada, de manera que el concreto de la losa del techo, o de la viga solera, forme llaves de corte con el muro. Esta segunda mitad también se deberá recompactar. Debe evitarse el vibrado de las armaduras para no destruir la adherencia con el grout de relleno.
- 51.9** Los alvéolos de la unidad de albañilería tendrán un diámetro o dimensión mínima igual a 50 mm por cada barra vertical que contengan, o 4 veces el mayor diámetro de la barra por el número de barras alojadas en el alvéolo, lo que sea mayor.
- 51.10** El espesor del grout que rodea las armaduras será 1½ veces el diámetro de la barra y no deberá ser menor de 10 mm a fin de proporcionarle un recubrimiento adecuado a la barra.
- 51.11** En el caso que se utilice planchas perforadas de acero estructural en los talones libres del muro, primero se colocarán las planchas sobre una capa delgada de mortero presionándolas de manera que el mortero penetre por los orificios de la plancha; posteriormente, se aplicará la siguiente capa de mortero sobre la cual se asentará la unidad inmediata superior. Para el caso de albañilería con unidades apilables las planchas se colocarán adheridas con epóxico a la superficie inferior de la unidad.
- 51.12** En el caso que se utilice como refuerzo horizontal una malla electrosoldada con forma de escalerilla, el espaciamiento de los escalones deberá estar modulado de manera que coincidan con la junta vertical o con la pared transversal intermedia del bloque, de manera que siempre queden protegidas por mortero.

- 51.13** El espaciamiento del refuerzo horizontal en el primer piso de muros hasta de 3 pisos o 12 m de altura en las zonas sísmicas 4 y 3 no excederá de 450 mm y para muros de más de 3 pisos o 12 m no excederá de 200 mm; en la zona sísmica 2 no excederá de 600 mm y en la zona sísmica 1 no excederá de 800 mm.
- 51.14** El refuerzo horizontal en los muros no será traslapado dentro de los 600 mm o  $0,2L$  del extremo del muro. La longitud de traslape será la requerida por tracción y los extremos de las barras en el traslape deberán amarrarse entre sí.

**CAPÍTULO 14**  
**RESISTENCIA DE LA ALBAÑILERÍA ARMADA.**

**Artículo 52.- Criterios generales**

- 52.1** La resistencia de la albañilería a compresión axial ( $f'_m$ ) y a corte ( $v'_m$ ) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla 19.

<b>TABLA 19</b> <b>MÉTODOS PARA DETERMINAR <math>f'_m</math> y <math>v'_m</math></b>									
<b>RESISTENCIA CARACTERÍSTICA</b>	<b>EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS</b>			<b>EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS</b>			<b>EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS</b>		
	<b>Zona Sísmica</b>			<b>Zona Sísmica</b>			<b>Zona Sísmica</b>		
	<b>4</b>	<b>3 y 2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3 y 2</b>	<b>1</b>	<b>4 y 3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
$(f'_m)$	A	A	A	B	B	A	B	B	B
$(v'_m)$	A	A	A	B	A	A	B	B	A

- A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.  
B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio.

- 52.2** Cuando se construyan conjuntos de edificios, la resistencia de la albañilería  $f'_m$  y  $v'_m$  deberá comprobarse mediante ensayos de laboratorio previos a la obra y durante la obra. Los ensayos previos a la obra se harán sobre cinco especímenes. Durante la construcción la resistencia será comprobada mediante ensayos con los criterios siguientes:
- a) Cuando se construyan conjuntos de hasta dos pisos en las zonas sísmicas 4 y 3,  $f'_m$  será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m<sup>2</sup> de área techada y  $v'_m$  con tres muretes por cada 1000 m<sup>2</sup> de área techada.
  - b) Cuando se construyan conjuntos de tres o más pisos en las zonas sísmicas 4 y 3,  $f'_m$  será verificado con ensayos de tres pilas por cada 500 m<sup>2</sup> de área techada y  $v'_m$  con tres muretes por cada 500 m<sup>2</sup> de área techada.
- 52.3** Los prismas serán elaborados en obra, utilizando el mismo contenido de humedad de las unidades de albañilería, la misma consistencia del mortero, el mismo espesor de juntas y la misma calidad de la mano de obra que se empleará en la construcción definitiva.
- 52.4** Los prismas tendrán un refrentado de cemento-yeso con un espesor que permita corregir la irregularidad superficial de la albañilería.
- 52.5** Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C durante 28 días. Los prismas podrán ensayarse a menor edad que la nominal de 28 días pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la Tabla 20.

Edad	14 días	21 días
Muretes	1,25	1,05
Pilas	1,10	1,00

- 52.6** La resistencia característica  $f'_m$  en pilas y  $v'_m$  en muretes (ver numeral 56.2) se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.
- 52.7** Resistencia de la pila de albañilería: calcular la resistencia de cada pila de albañilería dividiendo la carga de cada pila de la compresión máxima soportada entre el área bruta de sección transversal de esa pila.
- 52.8** El valor de  $v'_m$  para diseño no será mayor de  $0,319 \sqrt{f'_m}$  MPa ( $\sqrt{f'_m}$  kg/cm<sup>2</sup>).
- 52.9** En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 21, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1: ½ : 4, para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

Materia Prima	UNIDAD $f'_b$	PILAS $f'_m$	MURETES $v'_m$
Sílice-cal	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	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)
	9,4 (95)	12,6 (128)	1,1 (10,9)

(\*\*) El valor  $f'_b$  se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de  $f'_c = 13,72$  MPa (140 kg/cm<sup>2</sup>). El valor  $f'_m$  ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 22.

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

**CAPÍTULO 15**  
**ESTRUCTURACIÓN**

**Artículo 53.- Criterios generales**

- 53.1** La presente Norma aplica a edificaciones donde los elementos estructurales verticales son muros de albañilería armada. Los muros son diseñados para resistir todas las cargas impuestas, cargas verticales y fuerzas horizontales del sismo. Debe existir una trayectoria continua con resistencia y rigidez adecuada para transmitir las cargas desde el punto de aplicación hasta el punto final de resistencia, usualmente la cimentación.
- 53.2** Desde el punto de vista del comportamiento sísmico, los muros pueden comportarse en forma acoplada cuando los alféizares de las ventanas o dinteles de ventanas y puertas están integrados a los muros y en forma desacoplada cuando éstos están separados del muro de albañilería. Estas condiciones deben incluirse en el análisis del edificio.
- 53.3** Los entrepisos y techos forman diafragmas rígidos horizontales y distribuyen las fuerzas laterales del sismo en los muros en forma proporcional a su rigidez. Los diafragmas horizontales sirven también como arriostres horizontales de los muros.

**Artículo 54.- Distribución de fuerzas laterales**

- 54.1** Las fuerzas laterales deben distribuirse en el sistema estructural de acuerdo a su rigidez y deben cumplir con lo especificado en la Norma E.030 Diseño Sismo Resistente.
- 54.2** Para calcular la rigidez de los muros en una dirección, se tomará en cuenta la contribución de los muros transversales conectados.

**Artículo 55.- Estructura con diafragma rígido**

- 55.1** Debe preferirse edificaciones con diafragma rígido y continuo, es decir, edificaciones en las que las losas de piso, el techo y la cimentación, actúen como elementos que integran a los muros portantes y compatibilicen sus desplazamientos laterales.
- 55.2** Se deberá considerar y evaluar el efecto que sobre la rigidez del diafragma tienen las aberturas y discontinuidades en la losa.
- 55.3** Los diafragmas deben tener una conexión firme y permanente con todos los muros para asegurar que cumplan con la función de distribuir las fuerzas laterales en proporción a la rigidez de los muros y servirles, además, como arriostres horizontales.
- 55.4** Los diafragmas pueden ser losas unidireccionales o bidireccionales. Debe tratarse de que todos los muros reciban cargas de gravedad de estos diafragmas, ya que estas cargas incrementan la resistencia al corte de los muros (ver artículo 28).
- 55.5** Los diafragmas formados por elementos prefabricados deben tener conexiones que permitan conformar, de manera permanente, un sistema rígido que cumpla las funciones indicadas en el numeral 55.1 y 55.2.



- 55.6** La cimentación debe constituir el primer diafragma rígido en la base de los muros para lo cual deberá ser diseñada de acuerdo a las propiedades mecánicas del suelo de cimentación.
- 55.7** Es aceptable el uso de diafragmas flexibles en el último nivel de las edificaciones de varios pisos, en cuyo caso los muros trabajarán fundamentalmente a fuerzas laterales perpendiculares al plano, y deberán arriostrarse transversalmente con columnas de amarre, muros ortogonales, vigas soleras continuas y una adecuada conexión con el diafragma flexible.

#### **Artículo 56.- Configuración de edificio**

El sistema estructural de las edificaciones de albañilería estará compuesto por muros dúctiles dispuestos en las direcciones principales del edificio, integrados por los diafragmas especificados en el artículo 55.

La configuración de los edificios con diafragma rígido debe tender a lograr edificaciones regulares según lo indicado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente:

- 56.1** Plantas simples y regulares. Las plantas con formas de L, T, etc., deberán ser evitadas o, en todo caso, se dividirán en formas simples.
- 56.2** Simetría en la distribución de masas y en la disposición de los muros en planta, de manera que se logre una razonable simetría en la rigidez lateral de cada piso.
- 56.3** Regularidad en altura, evitando cambios bruscos de rigideces, masas y discontinuidades en la transmisión de las fuerzas de gravedad y horizontales a través de los muros hacia la cimentación.
- 56.4** Densidad de muros similares en las dos direcciones principales de la edificación. Cuando en cualquiera de las direcciones no exista el área suficiente de muros para satisfacer los requisitos del numeral 62.b, se deberá suplir la deficiencia mediante pórticos, muros de concreto armado o la combinación de ambos.

#### **Artículo 57.- Muros portantes**

Los muros portantes deberán tener:

- a) Una sección transversal preferentemente simétrica.
- b) Continuidad vertical hasta la cimentación.
- c) Una longitud mayor ó igual a 1,20 m para ser considerados como contribuyentes en la resistencia a las fuerzas horizontales.
- d) Longitudes preferentemente uniformes en cada dirección.
- e) Juntas de control para evitar movimientos relativos debidos a contracciones, dilataciones y asentamientos diferenciales en los siguientes sitios:
  - En cambios de espesor en la longitud del muro.
  - En donde haya juntas de control en la cimentación, en las losas y techos.
- f) La distancia máxima entre juntas de control es de 8 m, en el caso de muros con unidades de concreto; de 16 m, en el caso de muros con unidades de arcilla; y de 24 m para el caso de los sílico - calcareos.
- g) Refuerzos para resistir las fuerzas ortogonales a su plano.

**CAPÍTULO 16**  
**REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL DISEÑO**

**Artículo 58.- Requisitos generales**

**58.1** **Espesor Efectivo "t".** El espesor efectivo (ver 3.13) mínimo será:

$$t \geq \frac{h}{20} \quad (58.1.i)$$

Donde "h" es la altura libre entre los elementos de arriostre horizontales.

**58.2** **Esfuerzo Axial Máximo**

El esfuerzo axial máximo ( $\sigma_m$ ) definido en 58.2.i deberá cumplir con las limitaciones indicadas en 58.2.ii y 58.2.iii.

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \quad (58.2.i)$$

$$\sigma_m \leq 0,2 f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \quad (58.2.ii)$$

$$\sigma_m \leq 0,15 f'_m \quad (58.2.iii)$$

Donde:

" $P_m$ " es la carga de gravedad máxima de servicio, incluyendo el 100% de sobrecarga

"L" es la longitud total del muro.

**Artículo 59.- Albañilería armada**

**59.1** Los muros deberán ser rellenados con grout total o parcialmente en sus alvéolos, de acuerdo a lo especificado en 45.2. El concreto líquido debe cumplir con los requisitos de esta Norma, con resistencia a compresión  $f'_c \geq 13,72$  MPa ( $140 \text{ kg/cm}^2$ ). Ver 47.5 y 51.6.

**59.2** Los muros portantes en edificaciones de la Zona Sísmica 1, así como los tabiques, parapetos, podrán ser hechos de albañilería parcialmente rellena en sus alvéolos.

**59.3** Todos los empalmes y anclajes de la armadura desarrollarán plena capacidad a la tracción.

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

**CAPÍTULO 17**  
**ANÁLISIS SÍSMICO DE EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA ARMADA**

**Artículo 60.- Definición**

Para los propósitos de esta Norma se utilizará la siguiente definición:

- **SISMO SEVERO.** Es aquél proporcionado por la NTE E.030 Diseño Sismorresistente y se utilizará en todos los cálculos que correspondan a la albañilería armada.

**Artículo 61.- Consideraciones generales**

**61.1** Diseño por resistencia

Los muros portantes se diseñarán para una falla por flexión con el método de diseño por resistencia. Se acepta daño estructural con pérdida de una parte de su rigidez original pero conservando un margen de seguridad contra el colapso.

**61.2** Para los propósitos de esta Norma, se establece los siguientes considerandos:

- a) El límite máximo de la distorsión angular ante la acción del "sismo severo" se fija en 1/200, para permitir que el muro sea reparable pasado el evento sísmico.
- b) Los muros de albañilería armada deben ser diseñados por capacidad de tal modo que puedan soportar la carga asociada a su incursión inelástica.

**Artículo 62.- Estructuración en planta**

- a) **Muros a Reforzar.** En las Zonas Sísmicas 2, 3 y 4 (ver la NTE E.030 Diseño Sismorresistente) se reforzará cualquier muro portante (ver artículo 57) que lleve el 10% ó más de la fuerza sísmica, y a los muros perimetrales de cierre. En la Zona Sísmica 1 se reforzará como mínimo los muros perimetrales de cierre.
- b) **Densidad Mínima de Muros Reforzados.** La densidad mínima de muros portantes (ver artículo 57) a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum L.t}{Ap} \geq \frac{Z.U.S.N}{60} \quad (62.b.i)$$

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

"N" es el número de pisos del edificio;

"L" es la longitud total del muro (incluyendo columnas, si existiesen); y,

"t" es el espesor efectivo del muro

De no cumplirse la expresión (62.b.i), podrá cambiarse el espesor de algunos de los muros, o agregarse placas de concreto armado, en cuyo caso, para hacer uso de la fórmula, deberá amplificarse el espesor real de la placa por la relación  $E_c/E_m$ , donde  $E_c$  y  $E_m$  son los módulos de elasticidad del concreto y de la albañilería, respectivamente.

**Artículo 63.- Análisis estructural**

- 63.1** El análisis estructural de los edificios de albañilería se realizará por métodos elásticos teniendo en cuenta los efectos causados por las cargas muertas, las cargas vivas y el sismo. La carga gravitacional para cada muro podrá ser obtenida por cualquier método racional.
- 63.2** La determinación del cortante basal y su distribución en elevación, se hará de acuerdo a lo indicado en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.
- 63.3** El análisis considerará las características del diafragma que forman las losas de techo; se deberá considerar el efecto que sobre la rigidez del diafragma tienen las aberturas y las discontinuidades en la losa.
- 63.4** El análisis considerará la participación de aquellos muros no portantes que no hayan sido aislados de la estructura principal. Los alfeizares deberán ser construidos con junta de separación respecto de los muros portantes. Cuando los muros se construyan integralmente con el alféizar, el efecto de éste deberá considerarse en el análisis.
- 63.5** La distribución de la fuerza cortante en planta se hará teniendo en cuenta la rigidez de cada muro y las torsiones existentes y reglamentarias.
- 63.6** En un análisis manual simplificado, para el cálculo de la rigidez de los muros, se agregará a su sección aquellos muros que concurren ortogonalmente al muro en análisis, en una longitud igual a 6 veces el espesor del muro ortogonal. Cuando un muro contribuya ortogonalmente a dos muros, su contribución a cada muro no excederá de la mitad de su longitud.
- En un análisis numérico automatizado, el modelo deberá considerar el comportamiento tipo caja de todos los muros portantes, incluyendo los elementos de concreto que formen parte de la estructura.
- 63.7** El módulo de elasticidad ( $E_m$ ) y el módulo de corte ( $G_m$ ) para la albañilería se considerará como sigue:
- Unidades de arcilla:  $E_m = 500 f'_m$
  - Unidades Sílico-calcáreas:  $E_m = 600 f'_m$
  - Unidades de concreto vibrado:  $E_m = 700 f'_m$
  - Para todo tipo de unidad de albañilería:  $G_m = 0,4 E_m$
- Opcionalmente, los valores de " $E_m$ " y " $G_m$ " podrán calcularse experimentalmente según se especifica en el artículo 52.
- 63.8** El módulo de elasticidad ( $E_c$ ) y el módulo de corte ( $G_c$ ) para el concreto serán los indicados en la NTE E.060 Concreto Armado.
- 63.9** El módulo de elasticidad para el acero ( $E_s$ ) se considerará igual a 196 000 MPa (2 000 000 kg/cm<sup>2</sup>).

**CAPÍTULO 18**  
**DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA ARMADA**

**Artículo 64.- Especificaciones generales**

- 64.1** El diseño sísmico de muros armados se hará por el método de resistencia. La resistencia requerida del muro (U) para cargas muertas (CM), cargas vivas (CV) y sismo (CS) será como mínimo:

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

$$U = 1.25 (CM + CV) +/- CS$$

$$U = 0.9CM +/- CS$$

En cada entrepiso, la resistencia de todas las secciones del muro debe ser igual o mayor a la demanda de diseño en dicho entrepiso.

- 64.2** Para el diseño de los muros armados ante acciones coplanares, debe suponerse que los muros son de sección rectangular (t.I.).
- 64.3** Para el diseño por flexo compresión de los muros armados que tengan continuidad en sus extremos con muros transversales, podrá considerarse la contribución de las alas de acuerdo a lo indicado en 63.6. Para el diseño a corte se considerará que la sección es rectangular, despreciando la contribución de los muros transversales.
- 64.4** Todos los muros que contribuyen a la resistencia sísmica llevarán refuerzo horizontal y vertical. La cuantía mínima de refuerzo en cualquier dirección será de 0,1%. Las varillas de acero de refuerzo serán corrugadas
- 64.5** El refuerzo horizontal se colocará preferentemente en el eje del muro, alojado en la cavidad horizontal de la unidad de albañilería. El refuerzo horizontal podrá colocarse en la capa de mortero de las hiladas cuando el espesor de las paredes de la unidad permita que el refuerzo tenga un recubrimiento mínimo de 15 mm.
- 64.6** El refuerzo horizontal de los muros se diseñará sin considerar contribución de la albañilería.
- 64.7** Cuando el esfuerzo último por compresión, resultante de la acción de las cargas de gravedad y de las fuerzas de sismo coplanares, exceda de  $0,3 f'_m$  los extremos libres de los muros (sin muros transversales) se confinarán para evitar la falla por flexocompresión. El confinamiento se podrá lograr mediante planchas de acero estructural inoxidable o galvanizado, mediante estribos o zunchos cuando la dimensión del alvéolo lo permita.
- 64.8** Los muros de edificaciones de uno y dos pisos cuyo esfuerzo cortante último no exceda de  $0,5 V_m/A_n$ , donde  $A_n$  es el área neta del muro, podrán ser construidos de albañilería parcialmente rellena. En este caso el refuerzo horizontal se colocará en las hiladas o en el eje del muro cuando las celdas de la unidad sin refuerzo vertical han sido previamente taponeadas.
- 64.9** Para evitar las fallas por deslizamiento en el muro (cizalle), el refuerzo vertical por flexión se concentrará en los extremos del muro y en la zona central se utilizará una cuantía no menor que 0,001, espaciando las barras a no más de 450 mm. Adicionalmente, en la interfase cimentación – muro, se añadirán espigas verticales

de diámetro mínimo 8 mm, que penetre 300 y 500 mm, alternadamente, en el interior de aquellas celdas que carecen de refuerzo vertical.

**Artículo 65.- Resistencia a compresión y flexo-compresión en el plano del muro**

**65.1** Suposiciones de diseño

- 65.1.1 El diseño por flexión de muros sometidos a carga axial actuando conjuntamente con fuerzas horizontales coplanares, se basará en las suposiciones de esta sección y en la satisfacción de las condiciones aplicables de equilibrio y compatibilidad de deformaciones.
- 65.1.2 La deformación unitaria en el acero de refuerzo y en la albañilería será asumida directamente proporcional a la distancia medida desde el eje neutro.
- 65.1.3 La deformación unitaria máxima de la albañilería,  $\varepsilon_m$ , en la fibra extrema comprimida se asumirá igual a 0,002 para albañilería de unidades apilables e igual a 0,0025 para albañilería de unidades asentadas cuando los extremos libres no están confinados, y de 0,0055 cuando los extremos libres están confinados mediante los elementos indicados en 64.7.
- 65.1.4 Los esfuerzos en el refuerzo, por debajo del esfuerzo de fluencia especificado,  $f_y$ , se tomarán iguales al producto del módulo de elasticidad  $E_s$  por la deformación unitaria del acero. Para deformaciones mayores que la correspondiente a  $f_y$  los esfuerzos en el acero se considerarán independientes de la deformación e iguales a  $f_y$ .
- 65.1.5 El esfuerzo de compresión máximo en la albañilería,  $0,85 f'_m$ , será asumido uniformemente distribuido sobre una zona equivalente de compresión, limitada por los bordes de la sección transversal y una línea recta paralela al eje neutro de la sección a una distancia  $a = 0,85 c$ , donde  $c$  es la distancia del eje neutro a la fibra extrema comprimida.
- 65.1.6 El momento flector  $M_e$  actuante en un nivel determinado se determinará del análisis estructural ante sismo moderado.

**65.2** Evaluación de la Capacidad Resistente " $M_n$ "

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

$$\phi \cdot M_n \geq M_u$$

el factor de reducción de la capacidad resistente a flexocompresión  $\phi$ , se calculará mediante la siguiente expresión:

$$0,65 \leq \phi = 0,85 - 0,2 P_u / P_o \leq 0,85 \quad (65.2.1.i)$$

Donde  $P_o = 0,1 f'_m \cdot t \cdot L$

- 65.2.2 Para muros de sección rectangular, la capacidad resistente a flexión  $M_n$  podrá calcularse aplicando la fórmula siguiente:

$$M_n = A_s f_y D + P_u L/2 \quad (65.2.2.i)$$

donde:  $D = 0,8 L$

$A_s$  = área del refuerzo vertical en el extremo del muro

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

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

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

En los bordes libres del muro y en las intersecciones entre muros por lo menos se deberá colocar 2 barras de 8 mm de diámetro o su equivalente.

En la zona central del muro el refuerzo vertical mínimo será el requerido por corte fricción de acuerdo a lo indicado en 64.9.

El valor " $M_n$ " se calculará sólo para el primer piso ( $M_{n1}$ ), debiéndose emplear para su evaluación la máxima carga axial posible existente en ese piso:  $P_u$ , contemplando el 100% de carga viva.

### 65.3 Verificación de la necesidad de confinamiento de los extremos libres del muro

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

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A} + \frac{M_u \cdot y}{I} \quad (65.3.i)$$

En la que  $P_u$  es la carga total del muro, considerando 100% de carga viva.

Toda la longitud del muro donde se tenga  $\sigma_u \geq 0,3 f'_m$  deberá ser confinada. El confinamiento se hará en toda la altura del muro donde los esfuerzos calculados con 65.3.i, sean mayores o iguales al esfuerzo límite indicado.

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

### Artículo 66.- Resistencia a corte en el plano del muro

El diseño por fuerza cortante se realizará para el cortante " $V_{uf}$ " asociado al mecanismo de falla por flexión producido en el primer piso. El diseño por fuerza cortante se realizará suponiendo que el 100% del cortante es absorbido por el refuerzo horizontal. El valor " $V_{uf}$ " considera un factor de amplificación de 1,25, que contempla el ingreso de refuerzo vertical en la zona de endurecimiento.

El valor " $V_{uf}$ " se calculará con las siguientes fórmulas:

- Primer Piso:  $V_{uf1} = 1,25 V_{u1} (M_n/M_{u1}) \dots$  no menor que  $V_{m1}$
- Pisos Superiores:  $V_{ufi} = 1,25 V_{ui} (M_n/M_{ui}) \dots$  no mayor que  $V_{mi}$



El esfuerzo de corte  $v_i = V_{uf} / t \cdot L$  no excederá de  $0,10 f'_m$  en zonas de posible formación de rótulas plásticas y de  $0,20 f'_m$  en cualquier otra zona.

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

$$A_{sh} = \frac{V_{uf} \cdot S}{f_y \cdot D} \quad (66.i)$$

donde:

- $S$  = espaciamiento del refuerzo horizontal
- $D$  =  $0,8 L$  para muros esbeltos, donde:  $M_e / (V_e \cdot L) \geq 1$
- $D$  =  $L$  para muros no esbeltos, donde:  $M_e / (V_e \cdot L) < 1$

**PARTE C**  
**TEMAS COMUNES**

**CAPITULO 19**  
**DISEÑO DE MUROS ANTE CARGAS PERPENDICULARES A SU PLANO**

**Artículo 67.- Criterios generales**

Los muros no portantes; cercos, tabiques y parapetos en edificaciones con o sin diafragma rígido deberán verificarse para las acciones perpendiculares a su plano provenientes de acciones sísmicas.

Los muros confinados portantes enmarcados en sus cuatro lados y cuyas columnas de confinamiento estén separadas una distancia centro a centro mayor a dos veces la distancia entre arriostres horizontales, o mayor que 5 m, deberán verificarse para las acciones perpendiculares a su plano provenientes de acciones sísmicas.

**Artículo 68.- Fuerza sísmica de diseño**

El paño de albañilería se supondrá que actúa como una losa simplemente apoyada en sus arriostres, sujeta a cargas sísmicas uniformemente distribuidas. La magnitud de esta carga ( $w$ ) por unidad de área del muro se calculará mediante la siguiente expresión:

$$w = 0,4 ZUS P_e \quad \text{Para el piso 1 y sótanos (68.i)}$$

$$w = 0,3 \frac{F_i}{P_i} C_1 P_e \quad \text{Para el nivel i (68.ii)}$$

donde:

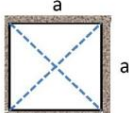
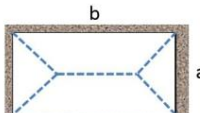
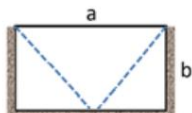
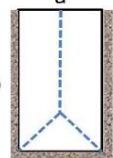


- $Z$  = factor de zona especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente  
 $U$  = factor de importancia especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente  
 $S$  = factor de amplificación del suelo especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente  
 $C_1$  = 2 Para muros y tabiques dentro de una edificación y 3 para parapetos, especificado en la NTE E.030. Diseño Sismorresistente.  
 $F_i$  = fuerza sísmica horizontal en el nivel  $i$ .  
 $P_i$  = peso del nivel  $i$ .  
 $P_e$  = peso del muro por unidad de área (incluyendo tarrajeos)

Para la obtención del momento debido a la flexión perpendicular al plano del muro se emplearán procedimientos basados en teorías elásticas y líneas potenciales de falla. El momento flector distribuido por unidad de longitud ( $M_s$ ), producido por la carga sísmica " $w$ " (ver 10.2.b), se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$M_s = m.w.a^2 \quad (68.iii)$$

donde:

- $m$  = coeficiente de momento (adimensional) indicado en la Tabla 23.  
 $a$  = dimensión crítica del paño de albañilería (ver la Tabla 23).

<b>TABLA 23</b> <b>VALORES DEL COEFICIENTE DE MOMENTOS "m",</b> <b>DIMENSIÓN CRÍTICA "a" Y LÍNEAS POTENCIALES DE FALLA</b>								
<b>CASO 1. MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS</b> <i>a</i> = Menor dimensión <i>b/a</i> =    1,0    1,2    1,4    1,6    1,8    2,0    3,0    ∞ <i>m</i> =    0,0479   0,0627   0,0755   0,0862   0,0948   0,1017   0,118   0,125								
								
<b>CASO 2. MURO CON TRES BORDES ARRIOSTRADOS</b> <i>a</i> = Longitud del borde libre <i>b/a</i> =    0,5    0,6    0,7    0,8    0,9    1,0    1,5    2,0    ∞ <i>m</i> =    0,060   0,074   0,087   0,097   0,106   0,112   0,128   0,132   0,133								
								
<b>CASO 3. MURO ARRIOSTRADO SOLO EN SUS BORDES HORIZONTALES</b> <i>a</i> = Altura del muro <i>m</i> = 0,125								
								
<b>CASO 4. MURO EN VOLADIZO</b> <i>a</i> = Altura del muro <i>m</i> = 0,5								
								

**Artículo 69.- Diseño de muros portantes**

En los muros portantes de edificaciones con diafragma rígido y que como tales estarán sujetas principalmente a fuerzas coplanares, no se permitirá la formación de fisuras producidas por acciones transversales a su plano, porque éstas debilitan su área de corte ante acciones sísmicas coplanares. Se deberán verificar los muros del último piso, por tracción producida por la flexión y los muros del primer piso por compresión producida por el momento sísmico más la carga vertical.

**69.1** Al momento flector generado por la carga sísmica, " $M_s$ ", deberá agregársele el momento flector producido por la excentricidad de la carga gravitacional " $M_g$ " (si existiese), para de esta manera obtener el momento total de diseño  $M_t = M_s + M_g$ , repartido por unidad de longitud.

**69.2** Determinación de los Esfuerzos Máximos.

El esfuerzo axial producido por la carga gravitacional por unidad de longitud de muro ( $P_g$ ), se obtendrá como:

$$f_a = P_g / t \quad (69.2.i)$$

El esfuerzo normal producido por el momento flector " $M_t$ ", se obtendrá como:

$$f_m = 6 M_t / t^2. \quad (69.2.ii)$$

**69.3** Se deberá cumplir que:

- En el primer piso:  $f_a + f_m \leq 0,25 f'_m$
- En el último piso:  $f_m - f_a \leq f'_t$
- En cualquier piso: la compresión resultante será tal que:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_m}{F_m} \leq 1,33 \quad (69.3.i)$$

en la que:  $f_a$  = es el esfuerzo resultante de la carga axial  
 $F_a$  = es el esfuerzo admisible para carga axial

$$= 0,20 f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \quad (69.3.ii)$$

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

Cuando se trate de muros portantes se verificará que el esfuerzo admisible en tracción por flexión ( $f'_t$ ) no exceda de los siguientes valores:

$$f'_t = \begin{aligned} &0,15 \text{ MPa (1,50 kg/cm}^2\text{) para albañilería simple} \\ &0,8 \text{ MPa (8,00 kg/cm}^2\text{) para albañilería armada.} \end{aligned}$$

#### Artículo 70.- Diseño de parapetos

Un parapeto es un muro no portante sobre un piso elevado que sirve para que las personas se apoyen en él y no se caigan. La falla por volteo debe evitarse para prevenir su caída fuera de la edificación. Si el parapeto está separado del borde de la edificación una distancia mínima de 1.5 veces su altura, le corresponde un diseño de tabique.

Los parapetos deberán ser reforzados para evitar el volteo fuera del plano. Los elementos de refuerzo pueden ser:

- Para albañilería Armada refuerzo interno, vertical y horizontal.
- Para albañilería simple, columnas y vigas de concreto, o mallas estructurales colocadas en toda la superficie.

Las mallas estructurales pueden ser:

- Mallas electrosoldadas
- Mallas amarradas
- Mallas de polipropileno
- Mallas de fibra

En todos los casos las mallas deben tener propiedades estandarizadas y certificadas.

Los elementos de refuerzo deben estar debidamente anclados a la losa del piso y a otros elementos estructurales. El refuerzo debe soportar el 100 % de los esfuerzos de tracción en el parapeto.

Para el análisis y diseño de los elementos de refuerzo se emplearán métodos racionales de cálculo.

Están exonerados de las exigencias de arriostre los parapetos de menos de 0,80 m de altura, que estén retirados del plano exterior de fachadas, ductos en los techos o patios interiores una distancia no menor de una vez y media su altura.

#### **Artículo 71.- Diseño de tabiques**

Los tabiques son muros no portantes cuya función es cerrar o separar los ambientes en una edificación. Por lo general tienen la altura del entrepiso de una edificación y pueden estar conectados al techo y a otros elementos estructurales verticales en su borde lateral que sirvan de arriostre lateral.

Para el caso de tabiques arriostrados por elementos de concreto, las fuerzas deberán trasladarse a los elementos de arriostre.

El arriostre lateral puede ser otro tabique perpendicular al primero para lo cual se debe verificar que el tabique que funciona como arriostre puede soportar la fuerza coplanar inducida y los esfuerzos de tracción que se generan en la unión entre los tabiques perpendiculares.

Los tabiques que lo requieran deben ser reforzados para evitar el volteo fuera del plano. Los elementos de refuerzo pueden ser:

- a) Para albañilería armada, refuerzo interno, vertical y horizontal.
- b) Para albañilería simple, columnas y vigas de concreto, o mallas estructurales colocadas en toda o parte de la superficie.

Las mallas estructurales pueden ser:

- Mallas electrosoldadas
- Mallas amarradas
- Mallas de polipropileno
- Mallas de fibra

En todos los casos las mallas deben tener propiedades estándar y estar certificadas.

Los elementos de refuerzo deben estar debidamente anclados a la losa del piso y a otros elementos estructurales.

En el paño de albañilería el esfuerzo admisible en tracción por flexión ( $f'_t$ ) se supondrá igual a:

$$f'_t = 0,15 \text{ MPa (1,50 kg/cm}^2\text{) para albañilería simple}$$
$$= 0,8 \text{ MPa (8,00 kg/cm}^2\text{) para albañilería armada.}$$

En el caso de la albañilería armada, las fuerzas de tracción resultantes deberán ser resistidas íntegramente por el acero de refuerzo utilizando un valor de resistencia de  $0,6f_y$ .

Para el análisis y diseño de los elementos de refuerzo se emplearán métodos racionales de cálculo.

#### Artículo 72.- Diseño de cercos

Un cerco es un muro no portante apoyado sobre el terreno cuya función es delimitar áreas de terreno y proveerla de seguridad. Un cerco soporta solo su propio peso y estructuralmente funciona como un muro en voladizo.

La condición de voladizo implica el diseño de una cimentación que funcione como un empotramiento para controlar el volteo lateral del muro que se presenta mediante una combinación de poca carga vertical y momento de volteo alto. Para ello, el tipo de terreno de cimentación tiene una importante influencia en el diseño de la cimentación.

Los cercos deben ser reforzados para evitar el volteo fuera del plano. Los elementos de refuerzo son:

- a) Para albañilería armada, refuerzo interno, vertical.
- b) Para albañilería simple, columnas y vigas de concreto armado.

Las armaduras de refuerzo verticales deben estar debidamente ancladas a la cimentación.

El cimientamiento de un cerco debe funcionar como un empotramiento para asegurar su estabilidad lateral, para lo cual se tienen las siguientes opciones:

- a. Cimientamiento corrido profundo que resista el momento de volteo por unidad de longitud, mediante la presión lateral del terreno.
- b. Cimentación superficial corrida armada que resiste el momento de volteo por unidad de longitud mediante la presión vertical que ejerce sobre el terreno.
- c. Otras que permitan garantizar la estabilidad al volteo y empotramiento.

En el paño de albañilería el esfuerzo admisible en tracción por flexión ( $f'_t$ ) se supondrá igual a:

$$f'_t = 0,15 \text{ MPa (1,50 kg/cm}^2\text{) para albañilería simple}$$
$$= 0,8 \text{ MPa (8,00 kg/cm}^2\text{) para albañilería armada.}$$

En el caso de la albañilería armada, las fuerzas de tracción resultantes deberán ser resistidas íntegramente por el acero de refuerzo utilizando un valor de resistencia de  $0,6f_y$ .

Para el análisis y diseño de los elementos de refuerzo se emplearán métodos racionales de cálculo.

**CAPITULO 20**  
**REPARACIÓN Y REFUERZO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA**

**Artículo 73.- Alcance**

El presente capítulo es aplicable a construcciones de albañilería existentes y a estructuras dañadas. Es aplicable al patrimonio histórico inmueble en cuanto sea compatible con las recomendaciones de las cartas internacionales de conservación.

**Artículo 74.- Criterios generales**

El proceso de reparación o refuerzo de una estructura de albañilería requiere, en primer lugar, determinar cuáles son las causas de los daños y la degradación, y después, evaluar el grado de seguridad que dichas estructuras ofrecen.

En la intervención estructural de construcciones existentes, el cumplimiento de todos los artículos de la presente norma puede no ser viable de llevar a la práctica. En estos casos, se debe cumplir con los objetivos de seguridad estructural según el numeral 2.1 mediante otras soluciones técnicas debidamente sustentadas con análisis específicos y otras consideraciones aplicables al caso.

El objetivo de la intervención estructural en una construcción existente, es uno o más de los siguientes:

- Reducir la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería, evitando la pérdida de vidas humanas en caso de sismo severo.
- Recuperar o incrementar la capacidad de los muros ante fuerzas cortantes en su plano.
- Recuperar o incrementar la capacidad de los muros para soportar cargas verticales.
- Recuperar o incrementar la resistencia y estabilidad lateral de muros, tabiques y parapetos ante fuerzas perpendiculares a su plano.
- Proveer capacidad de deformación y continuidad más allá del rango elástico manteniendo su capacidad resistente.

En el caso de construcciones de albañilería simple no reforzadas, y debido a la baja capacidad de resistencia a la tracción del material, el análisis y diseño del proyecto de reparación debe tener en cuenta el mecanismo de colapso y su comportamiento sísmico para obtener una seguridad mínima.

El proyecto de reparación o refuerzo incluirá los detalles, procedimientos y sistemas constructivos a seguirse con la debida justificación por parte del proyectista responsable.

**Artículo 75.- Técnicas de reparación y refuerzo para muros portantes**

Las técnicas de intervención utilizadas con el objeto de reparar o reforzar los muros de albañilería son las siguientes:

- Consolidación de muros.
- Aplicación de refuerzos externos o internos; verticales, longitudinales o transversales.
- Mejora de conexiones entre muros entre sí y entre muros y techos.
- Sustitución total o parcial del muro.



**Artículo 76.- Consolidación de muros**

Se aplica con la finalidad de mejorar la capacidad portante del muro. Incluye lo siguiente:

- Reemplazo de unidades dañadas por unidades nuevas
- Reparación de grietas en el muro
- Reemplazo del mortero de asentado
- Reparación de elementos de confinamiento

**Artículo 77.- Refuerzos externos**

Los refuerzos externos son de dos tipos:

- **Refuerzo externo adherido** a la superficie del muro, en cuyo caso consiste de mallas de un material resistente a la tracción que se adhiere superficialmente al muro de albañilería mediante una matriz de transferencia que puede ser de material polímero o cementicio. El refuerzo puede ser mallas electro soldadas, mallas de polipropileno o mallas de fibra. En todo caso se debe asegurar el comportamiento del conjunto como un material compuesto.
- **Refuerzo externo no adherido** que consiste en cables de acero anclados o postensados cuya función es el confinamiento de los muros y mantener la integridad de la edificación.

**Artículo 78.- Refuerzos internos**

Los refuerzos internos consisten en elementos de confinamiento (columnas y vigas) que se insertan en muros de albañilería no reforzada. El proyecto y la construcción de los nuevos elementos de confinamiento deberá cumplir con lo especificado en la Parte A de la presente norma.

**Artículo 79.- Sustitución total o parcial del muro.**

En muros con daño estructural importante, puede ser necesario sustituir total o parcialmente los materiales dañados por materiales nuevos, previo apuntalamiento del sector afectado. Se deberá asegurar una buena adherencia entre los materiales existentes y los nuevos, así como pequeños cambios volumétricos debidos a la contracción por fraguado. El material de reemplazo deberá ser compatible con el material existente, pudiendo ser del mismo tipo.

**Artículo 80.- Refuerzo de muros portantes de albañilería armada con elementos externos de concreto armado**

1. Si el muro tiene todos los alveolos llenos y no hay deterioro, la aplicación de inyecciones epóxicas es capaz de restituir aproximadamente la resistencia original; sin embargo se debe tomar en cuenta que el muro reparado no tendrá la misma rigidez lateral original debido a que no todas las pequeñas grietas pueden ser inyectadas con el epóxico.
2. En el caso de grietas grandes o refuerzo pandeado debe utilizarse remoción o reposición. Después de remover la zona dañada, picar y limpiar la superficie, debe colocarse refuerzo adicional o malla de alambre soldado equivalente.
3. Para incrementar la resistencia del muro se adosará una capa de concreto armado de un espesor mínimo de 50 mm. La cuantía del refuerzo, horizontal y vertical, de la capa de concreto no será menor que 0.0025, se podrá usar varillas corrugadas o mallas electrosoldadas. El concreto adicional debe ser adherido al muro

existente con dowels anclados con epóxico a 600 mm como mínimo en cada dirección.

4. Para incrementar la resistencia a la flexión del muro, se puede colocar elementos de confinamiento en los extremos, que se conectarán con el muro mediante dowels.
5. La resistencia a la compresión del concreto nuevo debe ser mínimo 17,15 MPa (175 kg/cm<sup>2</sup>).

**Artículo 81.- Estabilización lateral de tabiques, cercos y parapetos**

Los tabiques, cercos y parapetos dentro de una edificación, cuyo volcamiento implique peligro para las personas, deben ser reforzados para resistir las fuerzas perpendiculares al plano del muro.

Los refuerzos de tabiques, cercos y parapetos pueden ser:

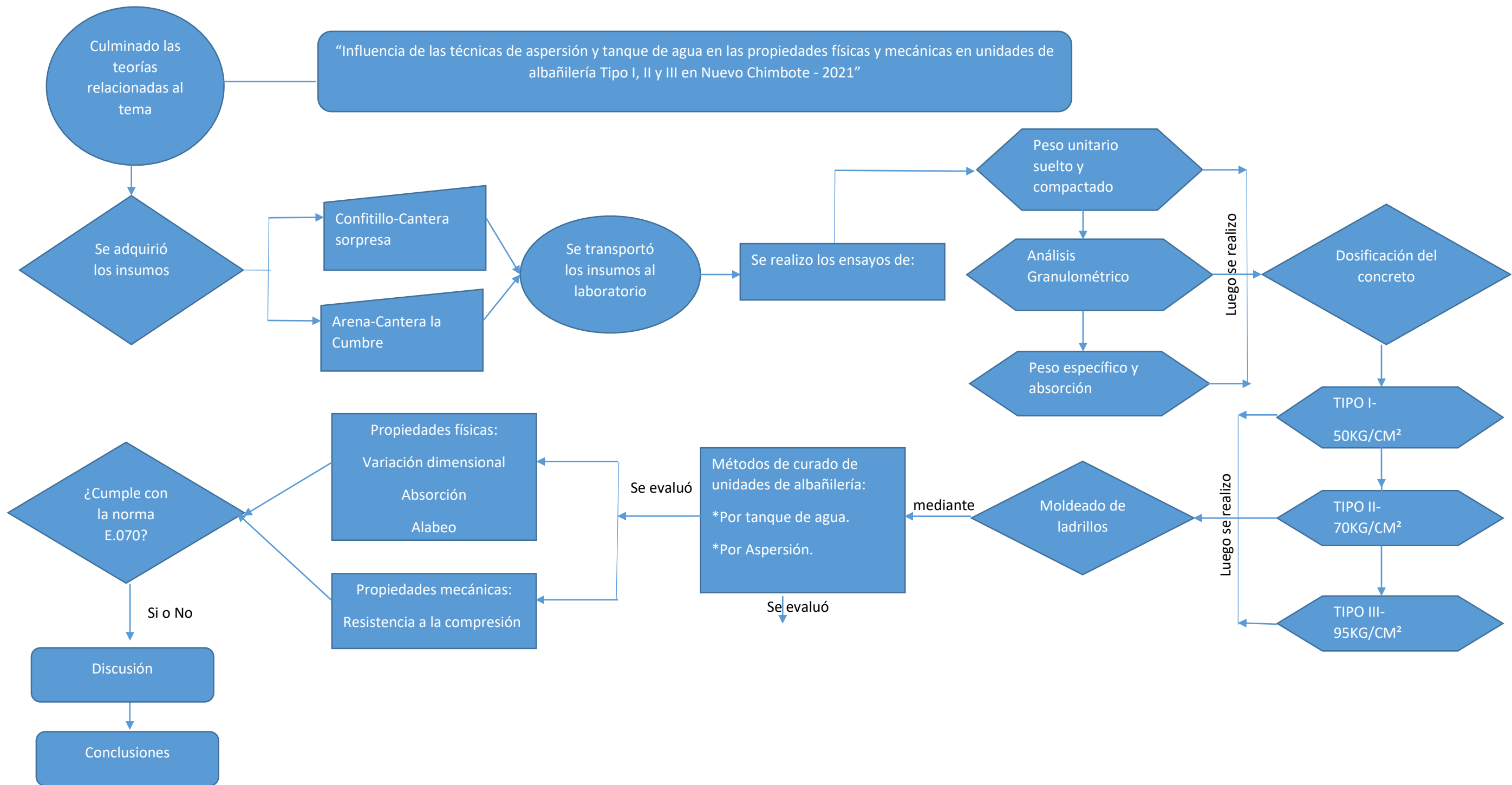
- Aplicación de refuerzos externos o internos; verticales, longitudinales o transversales.
- Mejora de conexiones entre muros entre sí y entre muros y techos.

**Artículo 82.- Consideraciones para intervenir en obras patrimoniales de albañilería de ladrillo.**

Las estructuras del patrimonio arquitectónico, tanto por su naturaleza como por su historia (en lo que se refiere al material y a su ensamblaje), están sometidas a una serie de dificultades de diagnóstico e intervención por lo que disposiciones normativas y las pautas vigentes en el ámbito de la construcción son aplicables en cuanto se compatibilicen con las recomendaciones de las cartas internacionales de conservación.

Por tanto, en caso la construcción patrimonial tenga una ocupación parcial o total, el objetivo de la intervención estructural debe ser garantizar la vida de sus ocupantes y asegurar el contenido cultural de su interior para lo cual se debe evitar cualquier colapso parcial o total.

# **ANEXO 6-DIAGRAMA DE FLUJO**



**ANEXO 7 –PANEL  
FOTOGRAFICO**

**Foto N°1:** Se procede a la recolección del confitillo en la cantera La Sorpresa – Chimbote.



**Foto N°2:** Se procede a la recolección de la arena gruesa en la cantera La Cumbre – Vesique.



**Foto N°3:** Se procede al traslado de los materiales para los diversos ensayos requeridos.





**Foto N°4:** Se procede a realizar el ensayo para el confitillo de peso unitario suelto y compactado.





**Foto N°5:** Se procede a realizar el ensayo para el confitillo de peso unitario suelto



Se llena la tara con la muestra



Se enrasa la muestra



Se pesa la muestra suelta

**Foto N°6:** Se procede a realizar el ensayo para el confitillo de peso unitario compactado.



Se llena la tara con la muestra



Se compacta por 3 capas y se chusea 25 veces



Se pesa la muestra compactada

Se enraza la muestra



Se coloca en la tina



**Figura N°7:** Se realiza el ensayo para la arena gruesa de peso unitario suelto y compactado.



**Foto N°8:** Se realiza el ensayo para la arena gruesa de peso unitario suelto.



Se llena la tara con la muestra



Se enrasa la muestra



Se pesa la muestra suelta

**Foto N°9:** Se realiza el ensayo para la arena gruesa de peso unitario compactado.



Se llena la tara con la muestra



Se compacta por 3 capas y se chusea 25 veces





Se enraza la muestra



Se pesa la muestra compactada

**Foto N°10:** Se procede a realizar el ensayo de análisis granulométrico para el confitillo.



Se pesa



Se hecha en los tamices



Se pesa el material retenido

**Foto N°11:** Se procede a realizar el ensayo de análisis granulométrico para la arena gruesa



Se pesa



Se hecha en los tamices



Se pesa el material retenido

**Foto N°12:** Se procede a realizar el ensayo de peso específico y absorción de los agregados.





**Foto N°13:** Muestra del confitillo saturado superficialmente seco en el aire.



**Foto N°14:** Muestra del confitillo en agua



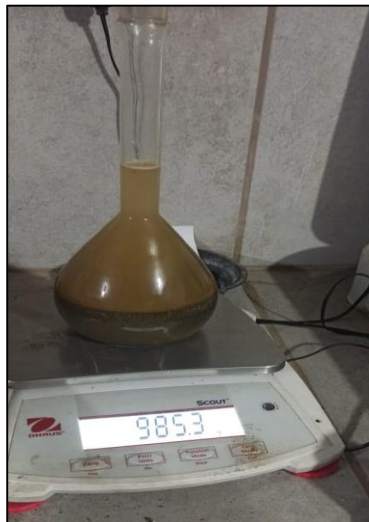
**Foto N°15:** Muestra del confitillo seco.



**Foto N°16:** Para la arena gruesa. Peso de fiola llena de agua hasta la marca de calibración.



**Foto N°17:** Para la arena gruesa. Peso de fiola con la muestra y agua.



**Foto N°18:** Para la arena gruesa. Peso de la muestra seca 1.





**Foto N°19:** Para la arena gruesa. Peso de la muestra seca al aire 2.



**Foto N° 20:** Acondicionamiento de materiales y herramientas para dosificación de concreto para unidades de albañilería



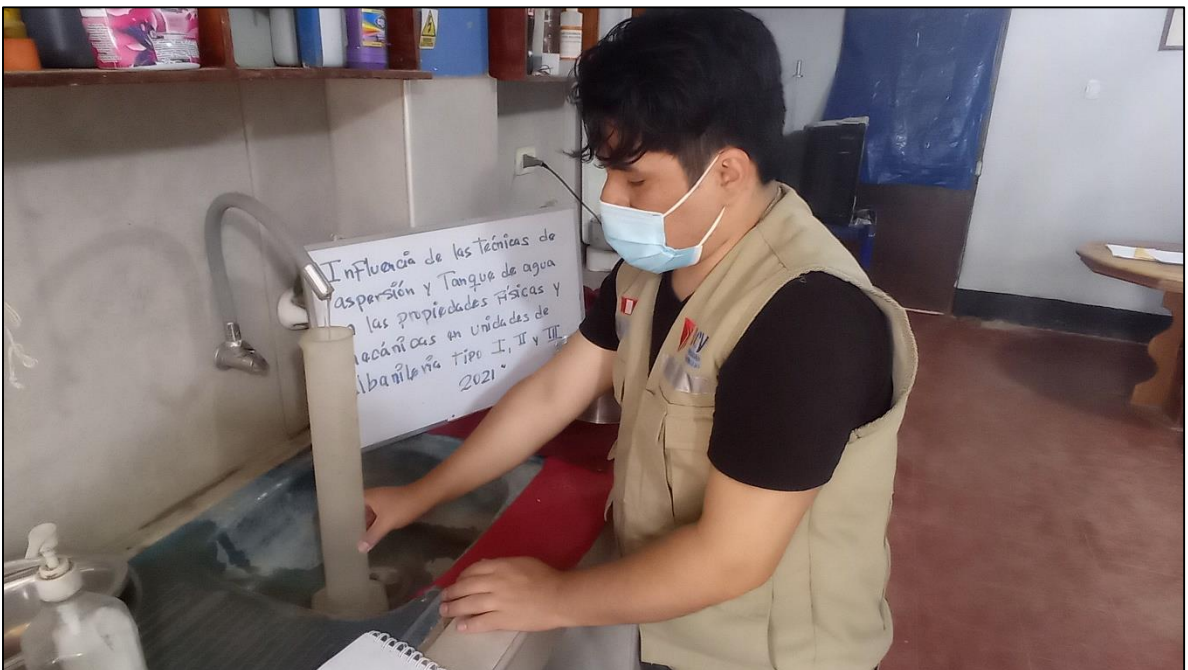
Foto N° 21: Pesaje de materiales para la dosificación



**Foto N° 22:** Mezcla de agregados gruesos y finos para la elaboración de unidades de albañilería



**Foto N° 23:** Medición de agua para la mezcla en litros





**Foto N° 24:** Mezcla de agregados gruesos, finos y el agua para la elaboración de unidades de albañilería



**Foto N° 25:** Moldeado de ladrillo



**Foto N° 26:** Curado de unidades de albañilería mediante aspersion

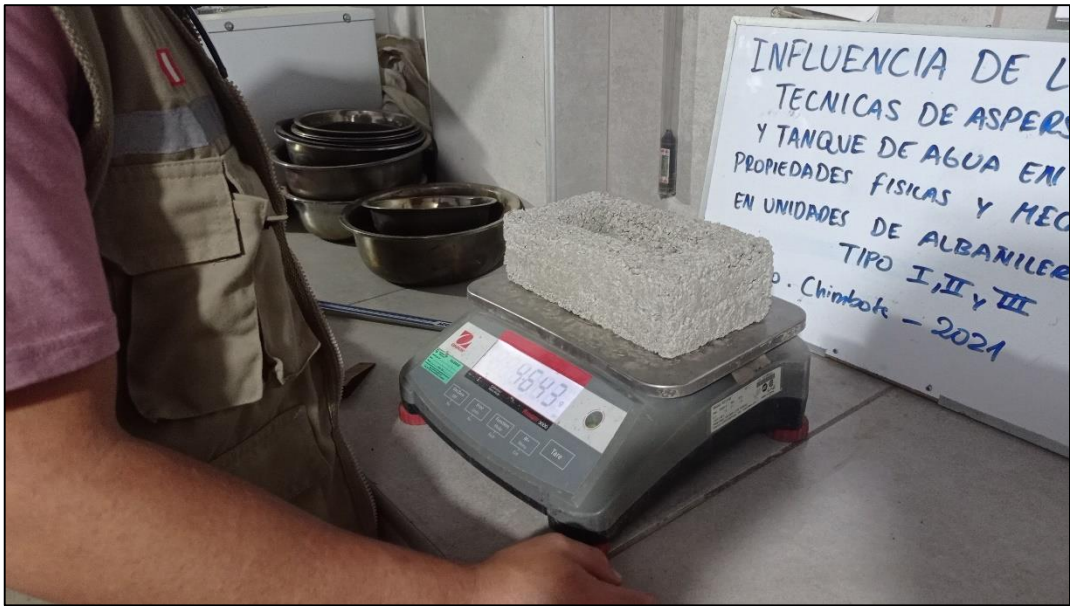


**Foto N° 27:** Curado de unidades de albañilería por inmersión

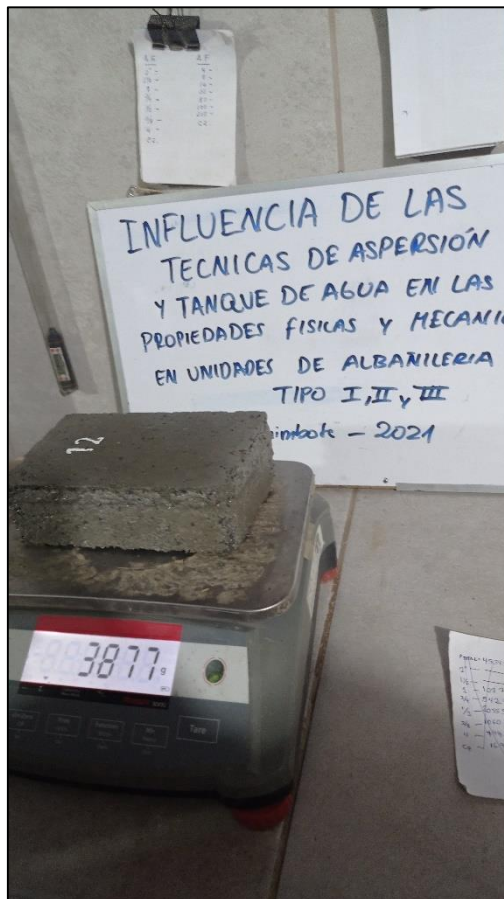




**Foto N° 28:** Peso de unidad de albañilería en seco para el ensayo de absorción



**Foto N° 29:** Peso de unidad de albañilería en húmedo para el ensayo de absorción

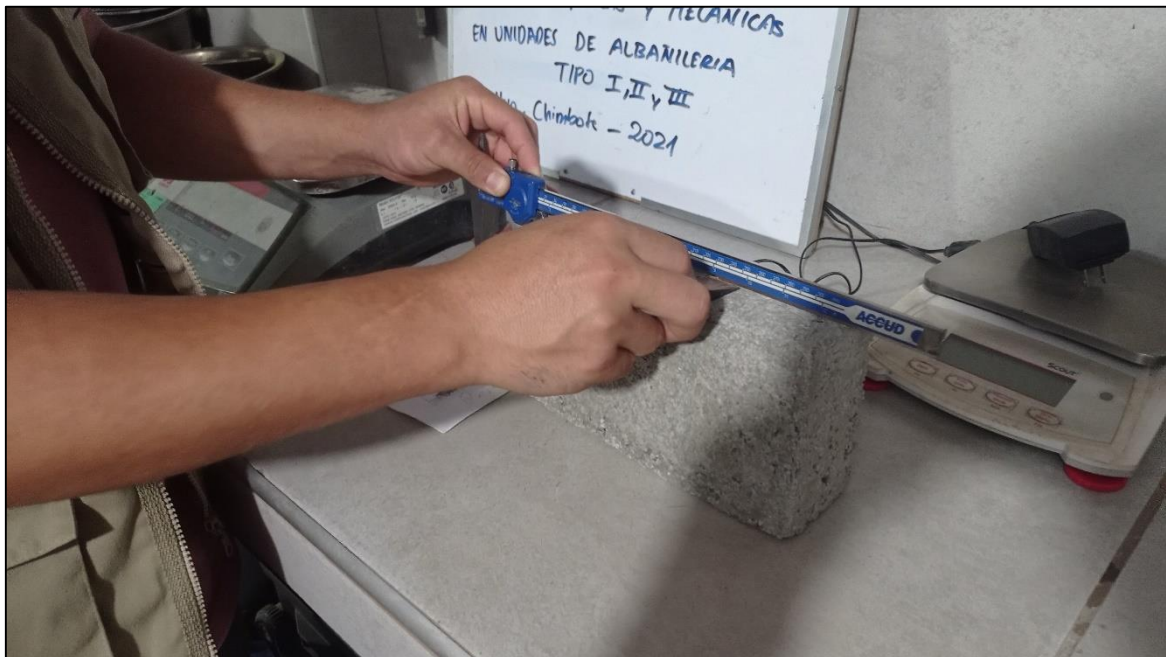




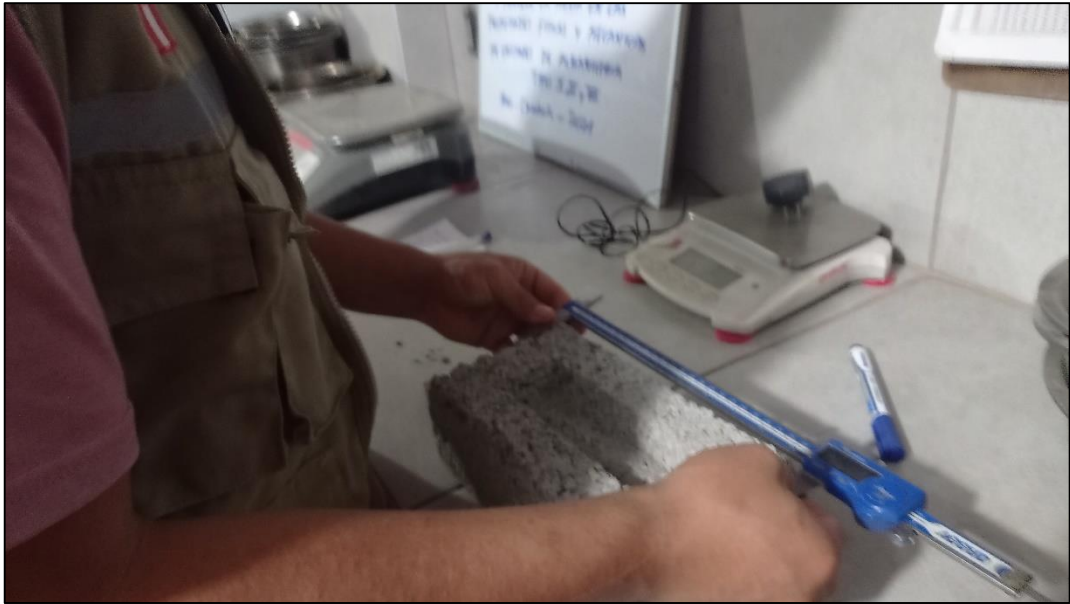
**Foto N° 30:** Ensayo de Alabeo utilizando vernier y una cuña



**Foto N° 31:** Ensayo de Alabeo utilizando vernier y una cuña



**Foto N° 32:** Ensayo de variación dimensional en el largo de la unidad de albañilería



**Foto N° 33:** Ensayo de variación dimensional en el ancho de la unidad de albañilería





Foto N° 34: Ensayo de variación dimensional por el alto de la unidad de albañilería



Foto N° 35: Ensayo de resistencia a la compresión en las unidades de albañilería tipo I



Foto N° 36: Ensayo de resistencia a la compresión en las unidades de albañilería tipo II



Foto N° 37: Ensayo de resistencia a la compresión en las unidades de albañilería tipo III



# **ANEXO 8-MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**Tabla 34: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<b>TÍTULO:</b> “Influencia de las técnicas de aspersión y tanque de agua en las propiedades físicas y mecánicas en unidades de albañilería Tipo I, II y III en Nuevo Chimbote - 2021”						
<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES E INDICADORES</b>			<b>METODOLOGIA</b>
<b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cuál es la Influencia de las técnicas de aspersión y tanque de agua en las propiedades físicas y mecánicas en unidades de albañilería Tipo I, II y III en Nuevo Chimbote - 2021?  <b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b> ¿Qué dosificación deben tener las	<b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar la Influencia de las técnicas de aspersión y tanque de agua en las propiedades físicas y mecánicas en unidades de albañilería Tipo I, II y III en Nuevo Chimbote – 2021  <b>OBJETIVO ESPECIFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b> Las técnicas de aspersión y tanque de agua mejoraran las propiedades físicas y mecánicas en las unidades de albañilería tipo I, II y III en Nuevo chimbote-2021.  <b>HIPÓTESIS ESPECIFICA</b> La dosificación para las unidades de albañilería tipo I, II y III cumplirán los parámetros mínimos de diseño.	<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>Tipo de estudio:</b> Aplicada  <b>Diseño de investigación:</b> No experimental  <b>Método de investigación:</b> Descriptivo-longitudinal  <b>Población:</b> 78 unidades de albañilería  <b>Muestreo:</b> 78 unidades de albañilería  <b>Muestra:</b> 78 unidades de albañilería
			Técnicas de curado	Curado por aspersión y tanque de agua.	14 días 28 días.	
			<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	
			Propiedades físicas y mecánicas en unidades de albañilería tipo I, tipo II y tipo III.	Dosificación para unidades de albañilería tipo I, tipo II y Tipo III  Propiedades físicas	Agregado fino, Agregado grueso, Cemento portland.  Alabeo y Absorción	



<p>unidades de albañilería tipo I, II Y III?</p> <p>¿Qué método de curado tendrá mejor comportamiento para la variación dimensional, absorción y alabeo de las unidades de albañilería tipo I, II y III?</p> <p>¿Qué método de curado tendrá una mejor resistencia a la compresión para las unidades de albañilería tipo I, II y III?</p>	<p>Determinar la dosificación de las unidades de albañilería tipo I, II Y III.</p> <p>Determinar la variación dimensional, absorción y alabeo de las unidades de albañilería tipo I, II y III.</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería tipo I, II y III mediante el curado por aspersión y tanque de agua.</p>	<p>El método de curado por tanque de agua tendrá mejor comportamiento para la variación dimensional, absorción y alabeo de las unidades de albañilería tipo I, II y III.</p> <p>El método de curado por tanque de agua tendrá mayor resistencia a la compresión para las unidades de albañilería tipo I, II y III</p>		<p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Resistencia a la compresión</p>	
---	--	---	--	------------------------------	------------------------------------	--

**ANEXO-9–  
CERTIFICADOS DE  
CALIBRACION**





Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-373-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,1	21,1
Humedad Relativa	69,5	70,5

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0526-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0529-2020

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30,000 kg

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	21,1			21,1		
	Carga L1= 15,000 kg			Carga L2= 30,000 kg		
	I (kg)	ΔI (g)	E (g)	I (kg)	ΔI (g)	E (g)
1	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,9	-0,4
2	15,000	0,9	-0,4	30,000	0,6	-0,1
3	15,000	0,7	-0,2	30,000	0,7	-0,2
4	15,000	0,6	-0,1	30,000	0,8	-0,3
5	15,000	0,9	-0,4	30,000	0,9	-0,4
6	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,9	-0,4
7	15,000	0,6	-0,1	30,000	0,7	-0,2
8	15,000	0,9	-0,4	30,000	0,6	-0,1
9	15,000	0,7	-0,2	30,000	0,8	-0,3
10	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,7	-0,2
Diferencia Máxima			0,3			
Error máximo permitido ±			20 g	± 30 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-373-2021**

Página: 1 de 3

**Expediente** : T 252-2021  
**Fecha de Emisión** : 2021-07-06

**1. Solicitante** : KAE INGENIERIA S.A.C.

**Dirección** : MZA 36 LOTE 1 INT. A P.J. MIRAFLORES ALTO -  
CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA

**Marca** : OHAUS

**Modelo** : R21PE30ZH

**Número de Serie** : B847537395

**Alcance de Indicación** : 30 kg

**División de Escala de Verificación ( e )** : 10 g

**División de Escala Real ( d )** : 1 g

**Procedencia** : NO INDICA

**Identificación** : NO INDICA

**Tipo** : ELECTRÓNICA

**Ubicación** : LABORATORIO

**Fecha de Calibración** : 2021-07-05

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C.  
PASAJE FATIMA MZ. Y1 LOTE 1A MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 327 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9919	9912	0,81	0,88	9915,4	0,85	0,07
20000	19802	19817	0,99	0,92	19809,1	0,96	-0,07
30000	29762	29803	0,79	0,66	29782,5	0,73	-0,14
40000	39824	39691	0,44	0,77	39757,7	0,61	0,33
50000	49510	49880	0,98	0,24	49695,1	0,61	-0,74
60000	59648	59901	0,59	0,16	59774,6	0,38	-0,42
70000	69493	69741	0,72	0,37	69616,7	0,55	-0,35

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,0038x + 85,711$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

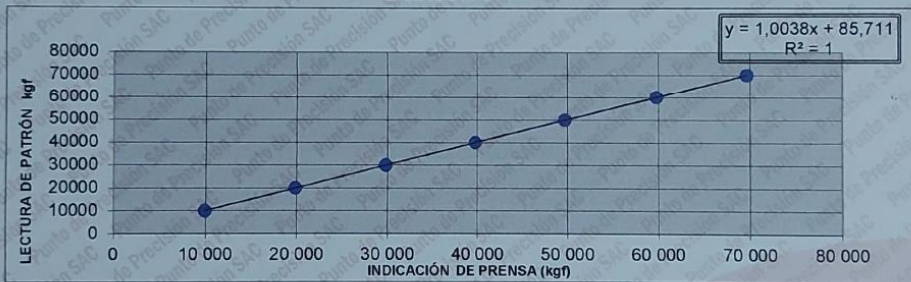
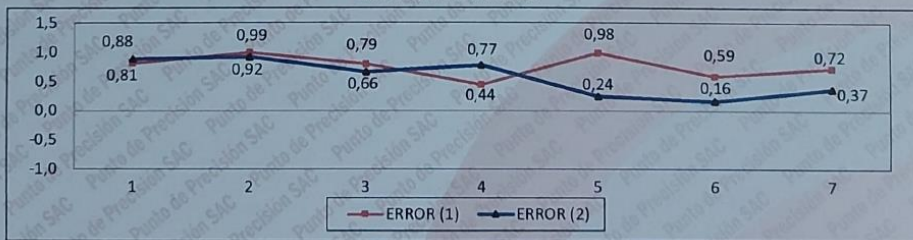


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 327 - 2021

Página : 1 de 2

**Expediente** : T 252-2021  
**Fecha de emisión** : 2021-07-06

**1. Solicitante** : KAE INGENIERIA S.A.C.

**Dirección** : MZA. 36 LOTE. 1 INT. A P.J. MIRAFLORES ALTO -  
CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

**2. Descripción del Equipo** : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

**Marca de Prensa** : PERUTEST  
**Modelo de Prensa** : PC-120  
**Serie de Prensa** : 1054  
**Capacidad de Prensa** : 120000 kg

**Marca de indicador** : NO INDICA  
**Modelo de Indicador** : NO INDICA  
**Serie de Indicador** : NO INDICA

**Marca de Transductor** : ZEMIC  
**Modelo de Transductor** : YB15  
**Serie de Transductor** : 1172

**Bomba Hidraulica** : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Lugar y fecha de Calibración

PASAJE FATIMA MZ. Y1 LOTE. 1A MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
05 - JULIO - 2021

### 4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,2	23,3
Humedad %	64	64

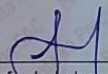
### 7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

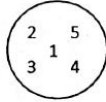
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-372-2021

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>g</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>o</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,10	0,10	0,007	-0,002	200,00	200,00	0,008	-0,003	-0,001
2		0,10	0,006	-0,001		199,99	0,007	-0,012	-0,011
3		0,10	0,007	-0,002		200,00	0,006	-0,001	0,001
4		0,10	0,006	-0,001		200,00	0,009	-0,004	-0,003
5		0,10	0,008	-0,003		199,98	0,008	-0,023	-0,020

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,3 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,100	0,10	0,007	-0,002						
0,200	0,20	0,006	-0,001	0,001	0,20	0,006	-0,001	0,001	0,1
20,000	20,00	0,007	-0,002	0,000	20,00	0,007	-0,002	0,000	0,1
50,000	50,00	0,009	-0,004	-0,002	50,00	0,006	-0,001	0,001	0,1
70,000	70,00	0,008	-0,003	-0,001	70,00	0,008	-0,003	-0,001	0,2
100,000	100,00	0,007	-0,002	0,000	100,00	0,006	-0,001	0,001	0,2
150,000	150,01	0,006	0,009	0,011	150,00	0,009	-0,004	-0,002	0,2
200,000	200,00	0,009	-0,004	-0,002	200,00	0,007	-0,002	0,000	0,2
400,001	400,00	0,007	-0,003	-0,001	400,00	0,006	-0,002	0,000	0,3
500,000	500,01	0,006	0,009	0,011	500,00	0,008	-0,003	-0,001	0,3
600,001	600,01	0,007	0,007	0,009	600,01	0,007	0,007	0,009	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,68 \times 10^{-5} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{4,28 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 1,14 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E<sub>g</sub>: Error en cero E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-372-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,2	21,3
Humedad Relativa	69,5	71,6

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 600,00 g. No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	21,3			21,2		
	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	300,01	0,008	0,006	600,00	0,007	-0,003
2	300,00	0,007	-0,003	600,00	0,006	-0,002
3	300,00	0,006	-0,002	600,01	0,007	0,007
4	300,00	0,008	-0,004	600,00	0,006	-0,002
5	300,00	0,007	-0,003	600,00	0,009	-0,005
6	300,00	0,006	-0,002	600,00	0,008	-0,004
7	300,00	0,008	-0,004	600,00	0,007	-0,003
8	300,00	0,007	-0,003	600,00	0,006	-0,002
9	300,00	0,006	-0,002	600,00	0,009	-0,005
10	300,00	0,007	-0,003	600,00	0,008	-0,004
Diferencia Máxima			0,010			0,012
Error máximo permitido	± 0,3 g			± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.