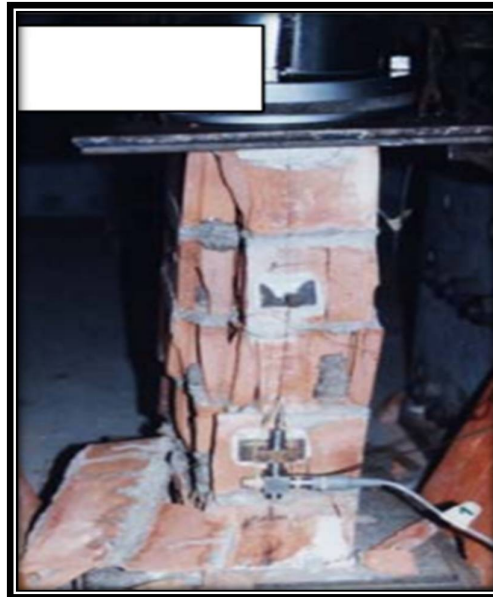
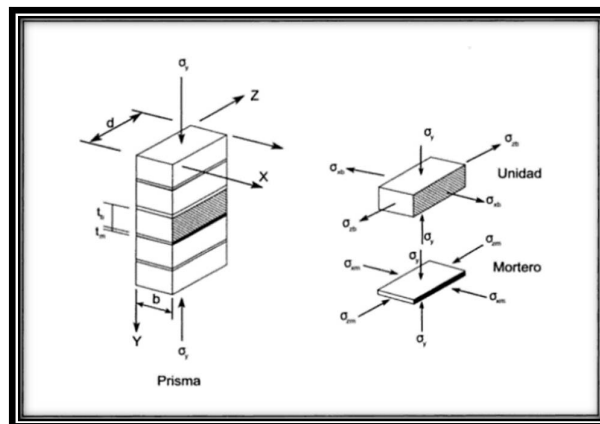


FIG. N° 34
DESCRIPCIÓN: Trituración de ladrillos huecos.



FUENTE: (ANGEL SAN BARTOLOMÉ, Febrero de 2011)

FIG. N° 35
DESCRIPCIÓN: Esfuerzo en el ladrillo y en el mortero por efecto de la carga unitaria axial (s_y)



FUENTE: (GALLEGOS & CASABONNE, 2005)

En los muros reales, los ladrillos no están asentados uno encima del otro, sino con algún tipo de amarre. La altura y la esbelteces son bastante mayores que las de los prismas. Sin embargo, si no ocurren falles previas, por inestabilidad elástica o por excentricidad de la carga, la forma de falla del muro

es semejante a la del prisma. Esto significa que en los muros ocurren agrietamientos de tracción transversal. (Albañilería Estructural, Hector Gallegos Y Carlos Casabonne, (3ra edición), pag.207, 2005)

2.2.4.3. Ensayo de compresión diagonal en muretes.

Este ensayo se realiza según la NTP 399.621, Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería y la norma ASTM E 519:2000 Test method for diagonal compression in masonry assemblajes.

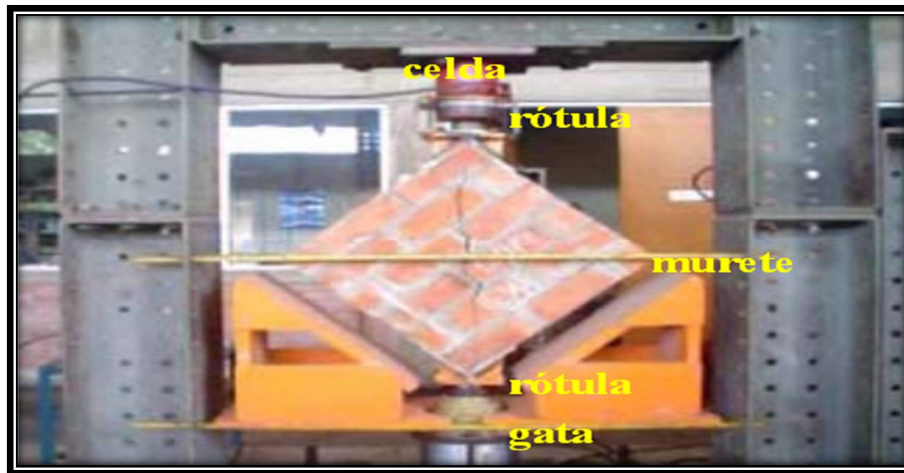
2.2.4.3.1. Resumen del método

Esta norma técnica peruana establece el método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión diagonal (corte), en muretes de albañilería de dimensión mínima 600 mm x 600 mm, mediante aplicación de una carga de compresión a lo largo de una diagonal, originando de esa manera una falla por tracción diagonal que ase el espécimen se fisure en la dirección paralela a la aplicación de la carga. (Método De Ensayo De Compresión Diagonal En Muretes De Albañilería, NTP 399.621).

2.2.4.3.2. Equipos

- **Máquina de ensayo:** deberá tener suficiente capacidad de carga en compresión y deberá ser capaz de aplicar la carga continuamente, sin intermitencias y sin impacto.
- **Escuadra de carga:** se deberán utilizar dos escuadras de carga de acero para aplicar la carga de la maquina al espécimen. La longitud de apoyo no será mayor que la unidad de albañilería o 152 mm (Método De Ensayo De Compresión Diagonal En Muretes De Albañilería, NTP 399.621).

FIG. N° 36
DESCRIPCIÓN: Equipos de ensayo corte puro.



FUENTE: (ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, Febrero de 2011)

2.2.4.3.3. Elaboración de especímenes de ensayo

Los especímenes serán muretes cuadrados con una dimensión mínima de 600 mm x 600 mm, abarcado por lo menos dos unidades enteras de albañilería por hilada, por el espesor del tipo de muro que está siendo ensayado. Los ensayos se harán en por lo menos tres muretes iguales, contruidos utilizando en todos las mismas unidades de albañilería, mortero y mano de obra. Los muretes no deberán ser movidos por lo menos durante 7 días. Serán almacenados al aire en el laboratorio por lo menos de 28 días, a una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$, una humedad relativa entre 25% y 75%, y libres de corrientes de aire. Deberán moldearse tres cubos de 50 mm para determinar la resistencia de la compresión de una muestra de cada tanda del mortero empleado para construir los muretes. Los cubos serán almacenados en las mismas condiciones que los muretes con los que se asocian. (**Método De Ensayo De Compresión Diagonal En Muretes De Albañilería, NTP 399.621**).

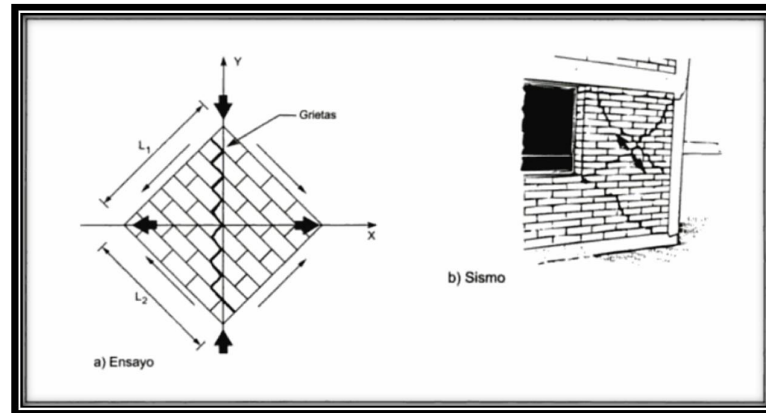
2.2.4.3.4. Procedimiento de ensayo

Ubicar las escuadras de carga superior e inferior de manera que estén centradas en las respectivas superficies de carga dela máquina de ensayo. Asentar el espécimen en una posición centrada y aplomo sobre una cama de material de refrentado de yeso, colocada en la escuadra inferior de carga. En el

caso de muretes contruidos con unidades con perforaciones, se deberá rellenar con mortero de cemento-arena 1:3, las unidades en contacto con las escuadras de carga. Cuando sea requerido, medir el acortamiento de la diagonal vertical y el estiramiento de la diagonal horizontal bajo la acción de la carga. (**Método De Ensayo De Compresión Diagonal En Muretes De Albañilería, NTP 399.621**).

FIG. N° 37

DESCRIPCIÓN: Similitud de falla en el ensayo de corte y en un sismo.



FUENTE: (GALLEGOS & CASBONNE, 2005)

2.2.4.3.5. Cálculo

a.- Esfuerzo cortante: calcular el esfuerzo cortante en los muretes sobre la base del área bruta de la diagonal.

$$V_m = \frac{0.707 \times P}{A_b}$$

Donde:

V_m : Esfuerzo cortante sobre el área bruta, en MPa.

P: carga aplicada, en N.

A_b : Área bruta del espécimen, en mm².

$$A_b = \frac{l + h}{2} t$$

Donde:

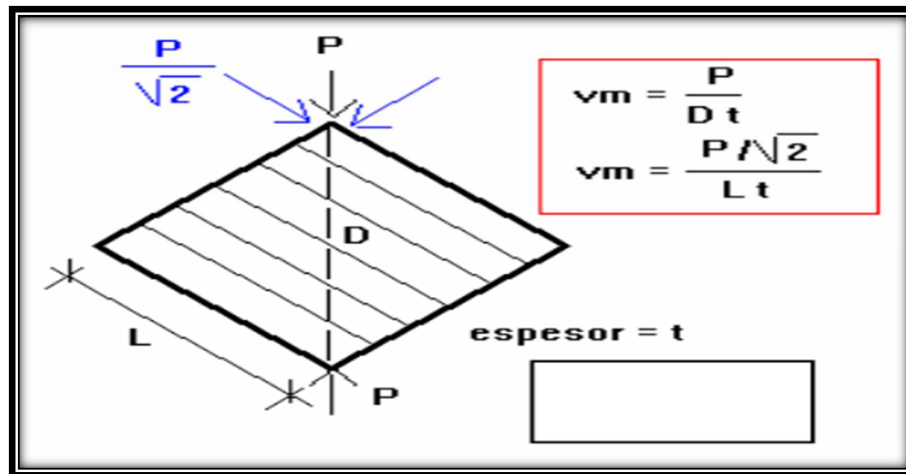
l : Largo del murete en mm.

h : Altura de murete en mm.

t : Espesor del murete en mm.

FIG. N° 38

DESCRIPCIÓN: Cálculo de la resistencia unitaria a corte puro.

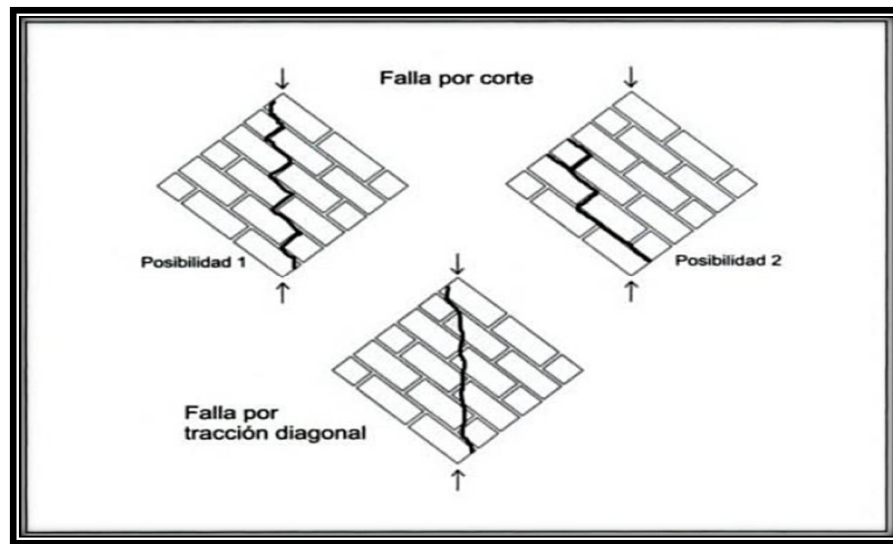


FUENTE: (ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, Febrero de 2011)

2.2.4.3.6. Modo de falla.

El modo de falla del testigo es generalmente es por corte o por tracción diagonal. Esto ocurre de manera frágil al producirse la primera grieta. Cuando las unidades son huecas o perforadas, o de muy reducida resistencia, el testigo puede fallar por aplastamiento causado por la compresión diagonal; esta falla puede ser de características explosivas. (Albañilería Estructural, Hector Gallegos Y Carlos Casabonne, (3ra edición), pag.243, 2005)

FIG. N°39
DESCRIPCIÓN: Formas de falla



FUENTE: (GALLEGOS & CASABONNE, 2005)

2.2.4.4. Ensayo de resistencia a la compresión de cubos de morteros

Este ensayo se realiza según la NTP 334.051, método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.

2.2.4.4.1. Resumen del método

La resistencia a la compresión de morteros de cemento portland, se determina llevando a la rotura especímenes de 50 mm de lado (Se deberán preparar dos o tres especímenes de cada mezcla de mortero para cada periodo o edad de ensayo), preparados con morteros consistente de 1 parte de cemento y 2,75 partes de arena dosificados en masa. Los especímenes cúbicos de 50 mm de lado, son compactados en dos capas por apisonado del compactador. Los cubos se curan un día en su molde y luego son retirados de su molde e inmersos en agua hasta su ensayo.

2.2.4.4.2. Aparatos y equipos

- Pesas y balanzas.
- Probetas.

- Moldes.
- Mezcladora, recipiente y paleta
- Badilejo
- Máquina de ensayo: La máquina de ensayo puede ser hidráulica o mecánica, con suficiente abertura entre las superficies de apoyo para que permita el uso de aparatos de comprobación. La carga aplicada al espécimen de prueba deberá indicarse con una exactitud de $\pm 1,0\%$. Debajo del espécimen deberá colocarse un bloque metálico duro para disminuir el desgaste del plato inferior de la máquina.

2.2.4.4.3. Preparación de los moldes

A las caras interiores de los moldes y a la placa de base se les debe aplicar una capa delgada de aceite mineral o de grasa lubricante ligero. Las superficies de contacto de los elementos separables deberán revestirse con una capa delgada de aceite mineral grueso o de grasa lubricante ligero. Limpiar las caras del molde y de la placa de base usando un paño textil a fin de lograr una fina capa de revestimiento en el interior de las superficies del molde. Cuando se use un lubricante aerosol, esparcir el agente directamente sobre las superficies del molde y la placa de base, desde una distancia de 150 mm a 200mm para logara una cobertura completa. Limpiar la superficie con un paño textil, lo necesario para remover cualquier exceso de lubricante de aerosol. El residuo de revestimiento debe ser justo lo suficiente para que permita distinguir la impresión de la yema de un dedo cuando se aplique una ligera presión con el mismo.

Se unen los elementos que componen los moldes y se sellan las juntas aplicando un revestimiento ligero de grasa, tal como petrolato. La cantidad deberá ser la suficiente para que fluya ligeramente cuando se ajusten a las partes. Eliminar el exceso de grasa o aceite de las caras interiores de cada uno de los compartimientos, usando un paño textil

Se coloca el molde en una placa plana no absorbente y cubiertas con una capa delgada de aceite mineral o de grasa ligera. En la parte exterior de las juntas de los elementos que componen el molde, o de estos con la placa, deberá

aplicarse como sellador: parafina, cera micro-cristalina, o una mezcla de 3 partes en peso de parafina y 5 partes de resina o cera. Calentar el sellador para derretirlo a la temperatura de 110°C a 120°C, y aplicarlo exteriormente entre las líneas de contacto del molde y su placa plana para impermeabilizarlas.

2.2.4.4.4. Moldeo de especímenes de ensayo

Completar la consolidación del mortero en los moldes por apisonado manual o por un método alternativo calificado. Los métodos alternativos incluyen pero no limitan el uso de una mesa de vibración o dispositivo mecánico

Apisonado manual El llenado de los compartimientos debe iniciarse antes de 150 s, contados desde la finalización de la mezcla inicial del mortero. Para el ensayo de compresión debe hacerse un mínimo de 3 cubos.

En cada comportamiento colocar una capa de mortero de 25 mm (aproximadamente $\frac{1}{2}$ de la profundidad del molde) y apisonar con 32 golpes del compactador en unos 10 s. Estos golpes se aplican sobre la superficie de la muestra, en 4 etapas de 8 golpes adyacentes cada una. Los golpes de cada etapa deberán darse siguiente una dirección perpendicular a los de la anterior. La presión del compactador deberá ser tal que asegure el llenado uniforme de los compartimientos.

Se deberán completar las cuatro etapas de compactación en cada compartimiento, antes de seguir con el siguiente. Una vez terminada la operación anterior en todos los compartimientos, se llenara con una segunda capa y se apisonara como se hizo con la primera. Durante la compactación de la segunda capa, al completar cada etapa y antes de iniciar la siguiente, introducir en los compartimientos el mortero que se ha depositado en los bordes del molde, con ayuda de los dedos enguantados.

2.2.4.4.5. Almacenamiento de los especímenes de ensayo

Inmediatamente después del moldeo mantener todos los especímenes en sus moldes, sobre sus placas de base, en la cámara de curado o cuarto húmedo de 20h a 72h con las caras superiores expuestas al aire húmedo pero protegidas de la eventual caída de gotas de agua. Si los especímenes son retirados de sus

moldes antes de las 24h, mantenerlos en los estados del cuarto de curado o de la cámara de curado hasta que tengan 24h de edad, y luego sumérjalos, excepto aquellos que serán ensayados a las 24h, en agua en tanques de almacenamiento contruidos de materiales no corrosivos. Mantener el agua de almacenamiento limpia y cámbiela cuando sea requerido.

2.2.4.4.6. Ensayo de los especímenes

Ensayar los especímenes inmediatamente después de retirarlos de la cámara húmeda, en el caso de ensayarlos a las 24h de edad; y los del agua de almacenamiento, en el caso de todos los demás especímenes.

Todos los especímenes para una edad de ensayo dada, serán probados dentro de las tolerancias indicadas como sigue.

TABLA N° 16
DESCRIPCIÓN: Determinación de la resistencia a la compresión.

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24h	+/- 1/2 hora
3d	+/- 1 hora
7d	+/- 3 hora
28d	+/- 12 hora

FUENTE: (NTP 334.051:2013, 2013)

Si se toma más de un espécimen al mismo tiempo de la cámara húmeda para el ensayo a 24 hr. Estos se mantendrán cubiertos con un paño húmedo, hasta el momento del ensayo. Si se toma más de un espécimen al mismo tiempo del agua de almacenamiento, estos deberán conservarse en agua a $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y una profundidad suficiente para que cada muestra este sumergida hasta el momento del ensayo.

Secar cada espécimen a la condición superficialmente seca, y retirar los granos de arena desprendidos a las incrustaciones de las caras que van a estar en contacto con los bloques de apoyo de la maquina en ensayo. Verificar por

medio de una regla, que estas sean perfectamente planas. En caso de que tengan una curvatura apreciable deberán lijarse hasta obtener superficies planas, si esto no es posible, se descarta el espécimen. Puede realizarse una verificación periódica de la sección transversal de los especímenes.

Colocar cuidadosamente el espécimen, centrándolo debajo del bloque superior de la máquina de ensayo, y se comprueba que el bloque esférico pueda inclinarse libremente en cualquier dirección. No se deberán utilizar materiales amortiguadores entre el cubo y los bloques. Se podrá aplicar la velocidad de carga a una velocidad relativa de movimiento entre los platos superior e inferior correspondiente a una cara entre el rango de 900 N/s a 1800 N/s. obtener esta velocidad de movimiento designada para el plato durante la primera mitad de la máxima carga anticipada y no efectuara ningún ajuste de velocidad de movimiento del plato en la segunda mitad de la carga, especialmente mientras que en el cubo no se haya producido la falla.

2.2.4.4.7. CÁLCULOS

Anotar la carga máxima total indicado por la máquina de ensayo y calcular la resistencia a la compresión como sigue.

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

Dónde :

f_m : es la resistencia a la compresión en MPa.

P : es la carga máxima total en N.

A : es el área de superficie de carga en mm.

2.2.4.4.8. RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DEL MORTERO.

La norma UNE 83-800-94 (Asociación Española de Normalización y Certificación – morteros de albañilería) establece la siguiente clasificación en función de las resistencias a compresión en N/mm²

TABLA N°17
DESCRIPCIÓN: Resistencia característica del mortero en N/mm²

Clase	M 1	M 2,5	M 5	M 7,5	M 10	M 12,5	M 15	M 20	M 30
Resistencia a la compresión	1	2,5	5	7,5	10	2,5	15	20	30

FUENTE: (SIKA, 2011)

FIG. N°40
DESCRIPCIÓN: Dosificación UNE 83-800-94

Conclusión Elección Mortero Industrial: Hyspalit+ UNE-EN 998-2 y 998-1...					Leciñena López, Noelia
RECOMENDACIONES HYPALIT					
DOSIFICACIÓN (UNE 83-800-94)					
Tipo de mortero	Resistencia característica (MPa) (N/mm ²)	Proporción cemento	Proporción cal-aérea	Proporción cal-hidráulica	Proporción arena
M-2,5	2,5				
a		1	-	-	8
b		1	2	-	10
c		-	-	1	3
M-5	5				
a		1	-	-	6
b		1	1	-	7
M-7,5	7,5				
a		1	-	-	4
b		1	1/2	-	4
M-15	15				
a		1	-	-	3
b		1	1/4	-	3
Leyenda:					
a) cemento gris					
b) cemento gris+ hidróxido cálcico					
c) cemento blanco					
d) cemento blanco + hidróxido cálcico					

FUENTE: (SIKA, 2011)

CAPÍTULO III – METODOLOGÍA

3.1. Metodología de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo al que pertenece la presente tesis depende de varios criterios a evaluar, como sigue:

TABLA. N°18
DESCRIPCIÓN: Tipo de investigación.

Finalidad	Aplicativo	Es aplicativo ya que se realiza con el propósito de mejorar nuestras actuales condiciones de vida, en el área de ingeniería (aportando conocimientos de la variación de calidad de dos tipos de mortero).
Alcance	Descriptivo	Se busca determinar ciertas propiedades de grupos o individuos (medimos minuciosamente a través de los ensayos la calidad alcanzada de los grupo de mortero en nuestra ciudad)
Diseño	Experimental	El investigador modifica deliberadamente las condiciones en las que se presenta el fenómeno que se estudia (las variables de proceso, no son las mismas de la inv. Para la NTP - ladrillo tipo blocker y agregados de la Cantera de Huillque)
Fuente De Dato	Campo	Los datos se obtienen directamente por observación y registro de los fenómenos que se estudian (los datos se obtienen de los diferentes ensayos realizados de los especímenes)
Enfoque	Cuantitativo	La recolección de datos tiene como fin comprobar hipótesis con base a la medición numérica, aplicando fundamentalmente el análisis estadístico (recolectamos datos de los ensayos realizados directamente).

FUENTE: (HERNANDEZ SAMPIERI)

3.1.2. Nivel de investigación

La presente investigación de albañilería es de nivel correlacional, ya que busca especificar las propiedades físicas y mecánicas de muros de albañilería asentados con morteros normalizados tipo NP y P2 sometidas a un análisis.

Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular. (Metodología De La Investigación, Sampieri, Salazar & Torres, 1ra edición, 1994)

3.1.3. Método de investigación

La investigación se aplicara el método Hipotético Deductivo, porque se parte de una hipótesis general que es la de evaluar las variaciones existentes entre dos tipos de morteros en el asentado de muros de albañilería con ladrillo tipo blocker, para llegar a un afirmación particular que es la finalidad de esta investigación.

3.2. Diseño de la investigación

3.2.1. Diseño metodológico

La presente investigación es cuasi-experimental, por medio de este tipo de investigación podemos aproximarnos a los resultados de la investigación experimental en situaciones en las que no es posible el control y manipulación absolutos de las varíales.

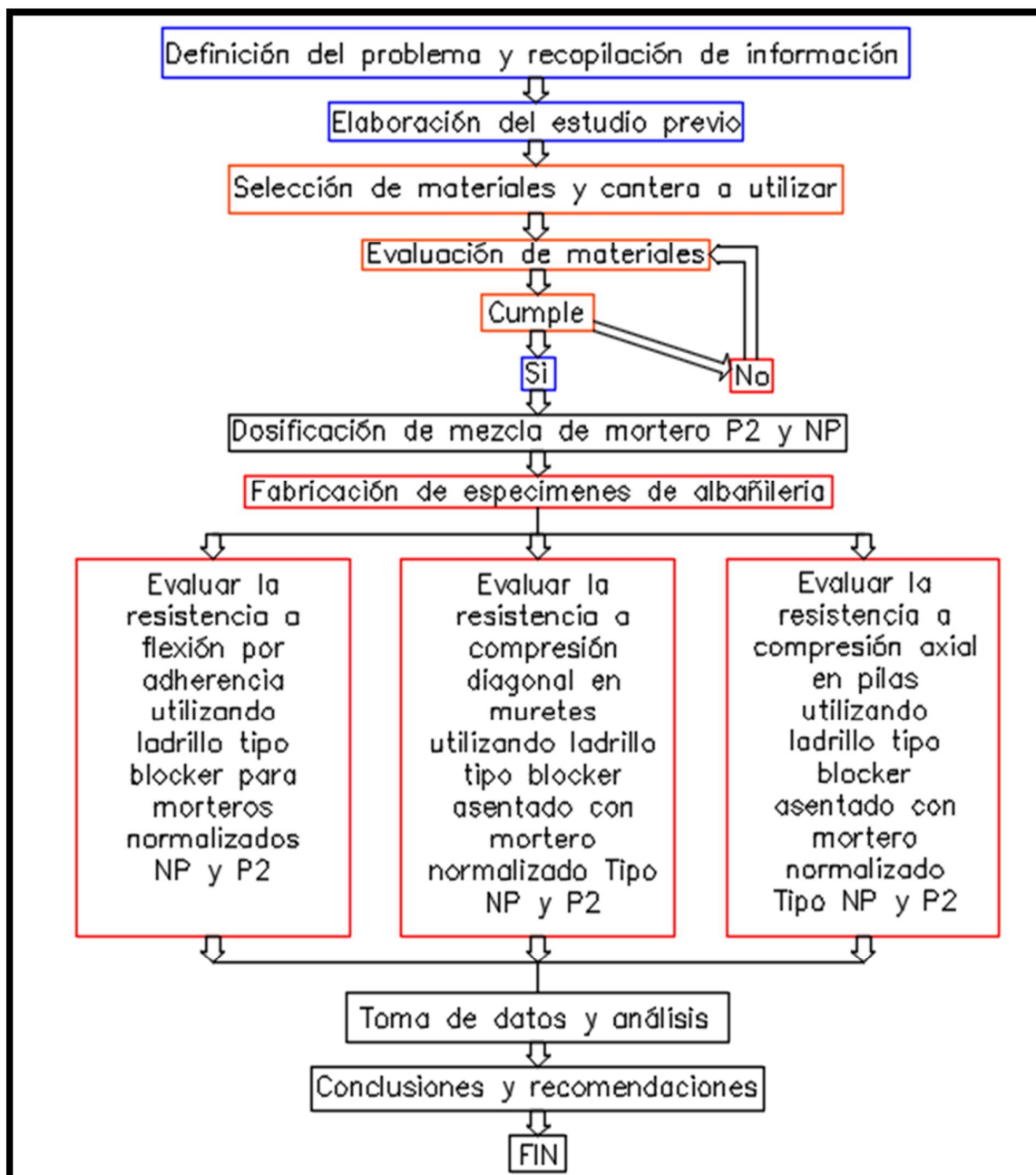
3.2.2. Diseño de ingeniería

La investigación consta de tres etapas: en la primera etapa se realiza la recopilación de información para la elaboración del anteproyecto y por ende la evaluación de los materiales a utilizar.

En la segunda etapa se elaboran los especímenes, posteriormente se realizan los ensayos indicados y su recolección de datos de cada espécimen, esto para verificar si es verdadero o falso lo que se pretende plantear en la hipótesis de la investigación.

La tercera etapa consta del análisis de los datos obtenidos de las evaluaciones indicadas, las discusiones pertinentes y finalmente las conclusiones de lo evaluado.

ILUSTRACIÓN N° 01
DESCRIPCIÓN: Diagrama de flujo de la investigación.



FUENTE: (ELABORACIÓN PROPIA)

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

3.3.1.1. Descripción de la población

El universo es el ámbito de observación global donde se ubica la investigación, está constituido por un conjunto de sujetos y objetos que tienen características y atributos similares ubicados en un espacio y tiempo determinado. El universo de la investigación está comprendido por el mortero de tipo P2 y NP, fabricado con cemento portland IP, agregado fino, y agua potable.

La población es un subconjunto de elementos o unidades de análisis que pertenecen al universo, con características similares. La población de la investigación está compuesto por el mortero de tipo P2 y NP, fabricado con cemento portland IP, agregado fino, y agua potable, en la ciudad del Cusco.

3.3.1.2. Cuantificación de la población

Se considera la población como infinito, (por estar constituida de un solo elemento que es el mortero de tipo P2 y NP), fabricado con cemento portland IP, agregado fino, y agua potable, en la ciudad del Cusco.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción de la muestra

Constituye una parte de la población, que debe tener características representativas, entonces se puede decir que es el conjunto de elementos de los que se puede tomar información en el proceso de muestreo. La muestra de la presente tesis es el mortero de tipo P2 y NP, fabricado con cemento portland IP, agregado fino de la cantera de huillque, y agua potable, en la ciudad del Cusco.

El muestreo es el proceso de selección de una parte representativa de la población que permita estimar los parámetros de la población.

3.3.2.2. Cuantificación de la muestra

Llamado también, tamaño muestral, es el número de elementos que la compone la muestra. En nuestro caso el tamaño de la muestra será de 90

especímenes prismáticos, distribuidos según a los ensayos indicados, tal como se muestra a continuación.

TABLA. N°19
DESCRIPCIÓN: Volumen de mortero por m2 de muro.

CANTIDAD DE ESPECIMENES SEGÚN ENSAYOS Y TIPOS DE MORTERO				
PRUEBA	MORTERO		SUB-TOTAL	SEGÚN NTP
	P2 28 días	NP 28 días		
COMPRESION DIAGONAL	15	15	30	3 MINIMO, NTP 399.621
COMPRESION AXIAL	15	15	30	3 MINIMO, NTP 399.605
FLEXION POR ADHERENCIA	15	15	30	5 MINIMO, NTP 334.129
TOTAL DE MUESTRAS ENSAYADAS			90	

FUENTE: (CASTILLO, Enero 2012)

Las pruebas de compresión de cubos de mortero (de 50 mm arista), de tipo P2 y NP, se realizaron a los 1, 3, 7 y 28 días, en una cantidad total de 80 unidades, distribuidos para el tipo de mortero P2 10und/día de ensayo y para el tipo de mortero NP 10und/día de ensayo.

Se considera de mayor cantidad los especímenes de ensayo, que los indicados en las normas técnicas peruanas, para obtener una mayor cantidad de resultados y a la vez, sean más confiables.

3.3.2.3. Método de muestreo

El método de muestreo es una herramienta de la investigación científica cuya función básica es determinar que parte de una población debe examinarse, con la finalidad de hacer inferencias sobre dicho universo. El método de muestreo empleado en esta investigación es, no probabilístico o por conveniencia, porque se fabrican intencionalmente los elementos de evaluación de la muestra, en este caso especímenes prismáticos y cúbicos.

3.3.2.4. Criterios de evaluación de la muestra

Para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de mortero de tipo P2 y NP se realizaron especímenes prismáticos de albañilería fabricados con cemento portland IP, agregado fino de la cantera de huillque y agua potable,

en el caso de prismas utilizamos unidades de albañilería tipo Blocker, para lo cual se tuvieron en cuenta los siguientes criterios.

- Para el ensayo de compresión axial: se elaboró prismas de albañilería contruidos con tres unidades de albañilería tipo Blocker (30x20x10cm), mortero tipo P2 de dosificación 1:5 (C: A) y mortero tipo NP de dosificación 1:6 (C: A) y con una edad de 28 días, a partir de su construcción.
- Para el ensayo de compresión diagonal: se elaboró muretes de albañilería contruidos con unidades de albañilería tipo Blocker (30x20x10cm), mortero tipo P2 de dosificación 1:5 (C: A) y mortero tipo NP de dosificación 1:6 (C: A) y con una edad de 28 días, a partir de su construcción.
- Para el ensayo de flexión por adherencia: se elaboró prismas de albañilería contruidos con cuatro unidades de albañilería tipo Blocker (30x20x10cm), mortero tipo P2 de dosificación 1:5 (C: A) y mortero tipo NP de dosificación 1:6 (C: A) y con una edad de 28 días, a partir de su construcción.
- Para el ensayo de compresión axial en cubos de mortero (50 mm arista) de tipo P2 y NP: se elaboró cubos de mortero de 50 mm de arista, mortero de tipo P2 de dosificación 1:5 (C: A) y mortero tipo NP de dosificación 1:6 (C: A), curados por inmersión y con edades de 1, 3, 7 y 28 días, para cada caso.

3.3.3. Criterios de inclusión

- Los criterios de inclusión son un conjunto de propiedades y características que sirven para identificar a la muestra estudiada de la población.
- Las muestras de mortero de tipo P2 y NP se elaboraron con agregado fino de la cantera de Huillque.
- Los elementos muestrales se elaboran con cemento portland IP.

- Los elementos muestrales se elaboran con ladrillo tipo Blocker de la ladrillera del distrito de San Jerónimo, las cuales estas unidades no deben tener fallas, quiebres o rajaduras.
- El tipo de curado de los elementos muestrales para las pruebas de resistencia axial, resistencia a la compresión diagonal y resistencia a la flexión por adherencia se realiza humedeciendo por medio de una brocha.
- El tipo de curado, de los elementos muestrales para pruebas de resistencia a la compresión, en morteros de forma de cubos de 50 mm de arista, se realizó por inmersión.

3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos metodologicos o instrumentos de recolección de datos

3.4.1.1. Fichas técnicas de laboratorio

Son instrumentos que sirven para anotar; datos de información como propiedades físicas y mecánicas del agregado fino tales como:

- Granulometría y módulo de fineza
- Peso específico
- Peso unitario

Datos de información como propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería tales como:


- Variación dimensional de la unidad
- Alabeo
- Succión, absorción, absorción máxima, coeficiente de saturación
- Compresión axial de la unidad de albañilería

También para recolectar datos de los ensayos de:

- Compresión axial en cubos de mortero
- Resistencia a flexión por adherencia
- Resistencia a compresión axial
- Resistencia a compresión diagonal

3.4.1.1.1. Granulometría y módulo de fineza del agregado

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto: "Evaluación de las variaciones de resistencia a flexión por adherencia, compresión axial y diagonal en muros de albañilería elaborados con ladrillo tipo blocker asentados con morteros normalizados P2 y NP según la norma E070."

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Trabajo N°:|

Muestra: Fecha:

Realizado por: Peso Muestra:


Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	W(gr)	% Retenido	% Ret. Acu.	% Que Pasa
9.5	3/8				
4.75	N° 4				
2.36	N° 8				
1.18	N° 16				
0.6	N° 30				
0.3	N° 50				
0.15	N° 100				
0.075	N° 200				
	FONDO				
	TOTAL				

3.4.1.1.2. Peso unitario del agregado fino

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto: "Evaluación de las variaciones de resistencia a flexión por adherencia, compresión axial y diagonal en muros de albañilería elaborados con ladrillo tipo blocker asentados con morteros normalizados P2 y NP según la norma E070."

PESO UNITARIO

Trabajo N°:

Muestra: Fecha:

Realizado por: Peso Muestra:


PESO UNITARIO – AGREGADO FINO				
DESCRIPCION		ENSAYO		
		1	2	3
Peso del Molde (kg)	R			
Peso de Muestra + R (kg)	PM			
Peso de la muestra (kg)	PM-R			
Volumen del Molde (m3)	V			
PESO UNITARIO (COMPACTADO)	(PM-R)/V			

3.4.1.1.3. Peso específico del agregado fino

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto: "Evaluación de las variaciones de resistencia a flexión por adherencia, compresión axial y diagonal en muros de albañilería elaborados con ladrillo tipo blocker asentados con morteros normalizados P2 y NP según la norma E070."

PESO ESPECÍFICO

Trabajo N°:

Muestra: Fecha:

Realizado por: Peso Muestra:


PESO ESPECIFICO DE LA MASA – AGREGADO FINO		
DESCRIPCION		ENSAYO
		$= \frac{A}{B + S - C}$
Peso de la Muestra S.S.S. (gr)	S	
Peso del Picnometro lleno con agua. (gr)	B	
Peso Picnometro + Muestra + Agua (gr)	C	
Peso de la Muestra Seca al Horno (gr)	A	
PESO ESPECIFICO (gr/cm ³)		

3.4.1.1.4. Variación dimensional de la unidad de albañilería

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto: "Evaluación de las variaciones de resistencia a flexión por adherencia, compresión axial y diagonal en muros de albañilería elaborados con ladrillo tipo blocker asentados con morteros normalizados P2 y NP según la norma E070."

VARIACIÓN DIMENSIONAL

Trabajo N°:

Muestra: Fecha:

Realizado por: Peso Muestra:

VARIACIÓN DIMENSIONAL											
Muestra	Largo (cm)				Altura (cm)				Espesor (cm)		
P1											
P2											
P3											
P4											
P5											
P6											
P7											
P8											
P9											
P10											

3.4.1.1.5. Alabeo de la unidad de albañilería

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto: "Evaluación de las variaciones de resistencia a flexión por adherencia, compresión axial y diagonal en muros de albañilería elaborados con ladrillo tipo blocker asentados con morteros normalizados P2 y NP según la norma E070."

ALABEO

Trabajo N°:

Muestra:

Fecha:

Realizado por:

Peso Muestra:

Muestra	SUPERFICIE DE ASIENTO			
	Superior		Inferior	
	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)
P1				
P2				
P3				
P4				
P5				
P6				
P7				
P8				
P9				
P10				

3.4.1.1.6. Succión de la unidad de albañilería

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto: "Evaluación de las variaciones de resistencia a flexión por adherencia, compresión axial y diagonal en muros de albañilería elaborados con ladrillo tipo blocker asentados con morteros normalizados P2 y NP según la norma E070."

SUCCIÓN

Trabajo N°:

Muestra:

Fecha:

Realizado por:

Peso Muestra:

SUCCIÓN			
Muestra	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Succión (gr/200cm ²)
P1			
P2			
P3			
P4			
P5			

**3.4.1.1.7. Absorción, absorción maxima, coeficiente de saturación de la
unidad de albañilería**

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

Proyecto: "Evaluación de las variaciones de resistencia a flexión por adherencia, compresión axial y diagonal en muros de albañilería elaborados con ladrillo tipo blocker asentados con morteros normalizados P2 y NP según la norma E070."

ABSORCIÓN, ABSORCIÓN MÁXIMA Y COEFICIENTE DE SATURACIÓN

Trabajo N°:

Muestra:

Fecha:

Realizado por:

Peso Muestra:

ABSORCIÓN, ABSORCIÓN MAXIMA, COEFICIENTE DE SATURACIÓN

Muestra	Peso Seco en Horno P1(gr)	Peso Saturado 24 hrs P3(gr)	Peso Saturado en agua de ebullición 5 hrs P4(gr)
P1			
P2			
P3			
P4			
P5			

3.4.1.1.8. Resistencia a compresión de la unidad de albañilería

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto: "Evaluación de las variaciones de resistencia a flexión por adherencia, compresión axial y diagonal en muros de albañilería elaborados con ladrillo tipo blocker asentados con morteros normalizados P2 y NP según la norma E070."

RESISTENCIA A COMPRESIÓN –UNIDAD DE ALBAÑILERIA

Trabajo N°:

Muestra:

Fecha:

Realizado por:

Peso Muestra:

RESISTENCIA A COMPRESIÓN			
Muestra	Fuerza kg	Área cm ²	Resistencia kg/cm ²

3.4.1.1.9. Resistencia a compresión en cubos de mortero

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto: "Evaluación de las variaciones de resistencia a flexión por adherencia, compresión axial y diagonal en muros de albañilería elaborados con ladrillo tipo blocker asentados con morteros normalizados P2 y NP según la norma E070."

RESISTENCIA A COMPRESIÓN – CUBOS DE MORTERO

Trabajo N°:

Muestra:

Fecha:

Realizado por:

Peso Muestra:


TIPO DE MORTERO NORMALIZADO				
Periodo (días)	Muestra de Cubo	Fuerza (Kg)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)

3.4.1.1.10. Resistencia a flexión por adherencia

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto: **“Evaluación de las variaciones de resistencia a flexión por adherencia, compresión axial y diagonal en muros de albañilería elaborados con ladrillo tipo blocker asentados con morteros normalizados P2 y NP según la norma E070.”**

RESISTENCIA A FLEXIÓN POR ADHERENCIA

Trabajo N°:

Muestra: Fecha:

Realizado por: Peso Muestra:

ENSAYO DE FLEXIÓN POR ADHERENCIA							
Tipo de Mortero	Muestra de Pila	Esfuerzo (bar)	Fuerza (Kg)	Tipo de Mortero	Muestra de Pila	Esfuerzo (bar)	Fuerza (Kg)
TIPO NP	M-01			TIPO P2	M-01		
	M-02				M-02		
	M-03				M-03		
	M-04				M-04		
	M-05				M-05		
	M-06				M-06		
	M-07				M-07		
	M-08				M-08		
	M-09				M-09		
	M-10				M-10		
	M-11				M-11		
	M-12				M-12		
	M-13				M-13		
	M-14				M-14		
	M-15				M-15		



3.4.1.1.11. Resistencia a compresión axial en pilas

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto: "Evaluación de las variaciones de resistencia a flexión por adherencia, compresión axial y diagonal en muros de albañilería elaborados con ladrillo tipo blocker asentados con morteros normalizados P2 y NP según la norma E070."

RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL

Trabajo N°:

Muestra:

Fecha:

Realizado por:

Peso Muestra:

RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS


Tipo de Mortero	Muestra de Pila	Esfuerzo(bar)	Fuerza (Kg)	Tipo de Mortero	Muestra de Pila	Esfuerzo(bar)	Fuerza (Kg)
Tipo NP	M-01			Tipo P2	M-01		
	M-02				M-02		
	M-03				M-03		
	M-04				M-04		
	M-05				M-05		
	M-06				M-06		
	M-07				M-07		
	M-08				M-08		
	M-09				M-09		
	M-10				M-10		
	M-11				M-11		
	M-12				M-12		
	M-13				M-13		
	M-14				M-14		
	M-15				M-15		

3.4.1.1.12. Resistencia a compresión diagonal en muretes

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Proyecto: "Evaluación de las variaciones de resistencia a flexión por adherencia, compresión axial y diagonal en muros de albañilería elaborados con ladrillo tipo blocker asentados con morteros normalizados P2 y NP según la norma E070."

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL

Trabajo N°:

Muestra: Fecha:

Realizado por: Peso Muestra:

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL							
Tipo de Mortero	Muestra de Pila	Esfuerzo(bar)	Fuerza (Kg)	Tipo de Mortero	Muestra de Pila	Esfuerzo(bar)	Fuerza (Kg)
Tipo NP	M-01			Tipo NP	M-01		
	M-02				M-02		
	M-03				M-03		
	M-04				M-04		
	M-05				M-05		
	M-06				M-06		
	M-07				M-07		
	M-08				M-08		
	M-09				M-09		
	M-10				M-10		
	M-11				M-11		
	M-12				M-12		
	M-13				M-13		
	M-14				M-14		
	M-15				M-15		

3.4.2. Instrumentos de ingeniería

Los instrumentos de ingeniería que se utilizaron para la evaluación del agregado fino, unidades de albañilería y ensayos de especímenes prismáticos de albañilería y especímenes de mortero para la presente investigación fueron.

- Máquina de ensayo universal EEU/20KN con dispositivos para ensayos de compresión y flexión.
- Serie de tamices (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200).
- Agitador mecánico de tamices.
- Balanza.
- Horno.
- Bomba de vacíos.
- Fiola.
- Cono de absorción.
- Moldes cúbicos.

3.5. Procedimientos de recolección de datos

3.5.1. Muestreo de los agregados

a) Equipos y Materiales

- ✓ Balanza
- ✓ Badilejo
- ✓ Pala
- ✓ Regla de madera
- ✓ Brocha

- ✓ Agregado fino (arena manufacturada 30 Kg)

b) Procedimiento

- I. Se forma un montón de agregado, luego se extiende con la pala hasta darle una base circular.
- II. Se divide entonces el material diametralmente en cuatro partes aproximadamente iguales.
- III. Se toma como muestra representativa dos partes opuestas que tengan características aproximadamente semejantes, desechando las otras dos.
- IV. Se mezclan las partes elegidas y nuevamente se repite la operación antes indicada, hasta que se obtenga la cantidad de muestra que se requiera para la ejecución de la prueba de laboratorio deseada.

FOTOGRAFÍA N° 01: CUARTEANDO EL AGREGADO FINO (CANTERA HUILLQUE)



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Toma de Datos**TABLA N°20: DATOS DE ENSAYOS DE GRANULOMETRIA DE
AGREGADO FINO**

Materiales	Cantidad Inicial (kg)	Cantidad Final (kg)	Observaciones
Agregado Fino	3000	30	Se considera pesos Aproximados

FUENTE: (Elaboración propia)

3.5.2. Análisis granulométrico

Este ensayo se realizó según la NTP 399.609, el agregado para utilización en mortero de albañilería deberá ser gradado dentro de los límites dados, dependiendo de si está siendo utilizada arena natural o manufacturada.

a) Equipos y Materiales

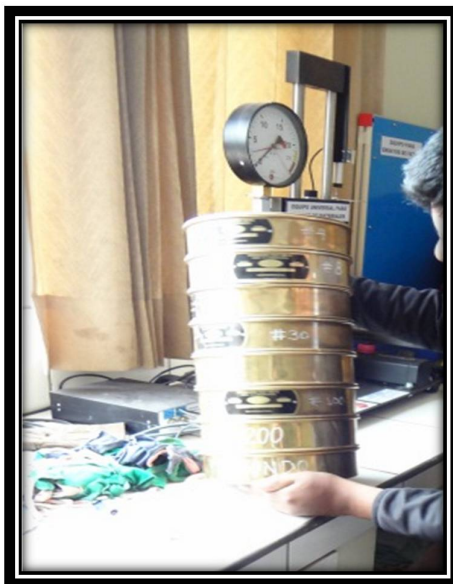
- ✓ Balanza de precisión
- ✓ Brocha
- ✓ Recipiente
- ✓ Serie de tamices
- ✓ Horno

b) Procedimiento

- I. En nuestro caso el agregado fino es arena manufacturada, se toma una muestra de aproximadamente 1701.53 gr. de agregado por el método del cuarteo y se procede con la operación de tamizado.
- II. La operación de tamizado se puede llevar acabo a mano o mediante el empleo de la maquina adecuada. El tamizado a mano se hace de tal manera que el material se mantenga en movimiento circular con una mano mientras se golpea con la otra, pero en ningún caso se debe inducir con la mano para lograr el paso de una partícula a través del tamiz.

- III. Después del tamizado se toma el material retenido en cada tamiz y se pesa, posteriormente se procederá al cálculo del módulo de finura en gabinete.

FOTOGRAFÍA N° 02: ESCOGIENDO LAS SERIE DE TAMICES ADECUADO PARA HACER LA GRANULOMETRIA



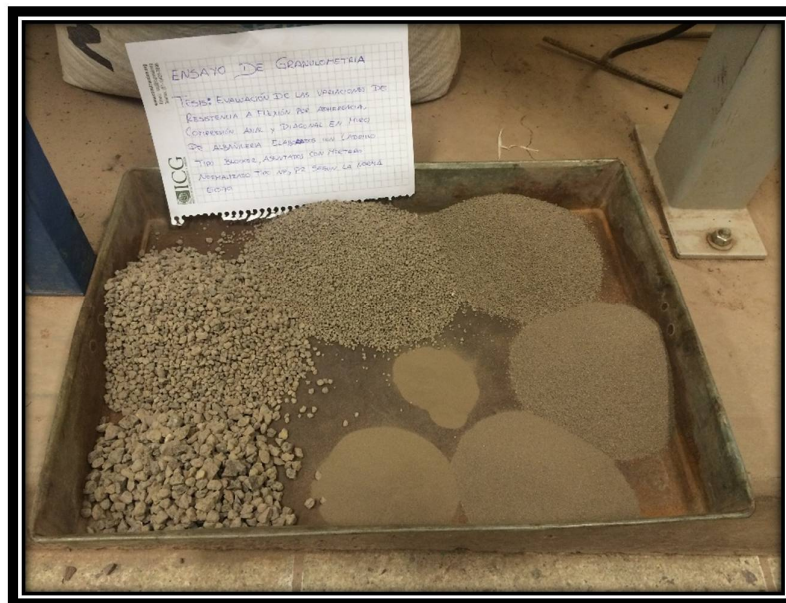
FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 03: EFECTUANDO LA OPERACIÓN DE TAMIZADO MECÁNICO



FUENTE: (Elaboración propia)

**FOTOGRAFÍA N° 04: OBTENCIÓN FINAL DE LA GRANULOMETRIA DEL
AGREGADO FINO**



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Toma de Datos

**TABLA N°21: DATOS DE ENSAYOS DE GRANULOMETRIA DE
AGREGADO FINO**

Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	W(gr)
9.5	3/8	0
4.75	N° 4	0
2.36	N° 8	125.45
1.18	N° 16	458.4
0.6	N° 30	500
0.3	N° 50	245.35
0.15	N° 100	215.65
0.075	N° 200	147.34
	FONDO	9.34
	TOTAL	1701.53

FUENTE: (Elaboración propia)

3.5.3. Peso unitario del agregado fino

Este ensayo se realizó según la NTP 400.017, método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

a) Equipos y materiales

- ✓ Balanza
- ✓ Barra compactadora
- ✓ Recipientes de medida
- ✓ Pala de mano(cucharon)

b) Procedimiento

- I. Primero seleccionamos el método o procedimiento de ensayo (procedimiento de apisonado, método de percusión y determinación del peso suelto) para nuestro caso escogemos el proceso por apisonado que consiste en lo siguiente.
- II. Se llena la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano. Se apisona la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Finalmente, se llena la medida hasta rebosar, golpeándose 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla.
- III. Al compactar la primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas; solo se emplea la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente.

- IV. Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente solo y se registra los pesos con una aproximación de 0.05 kg.

FOTOGRAFÍA N° 05: LLENANDO LA TERCERA PARTE DEL RECIPIENTE DE MEDIDA CON EL AGREGADO FINO.



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 06: COMPACTANDO CON LA BARRA COMPACTADORA, CON 25 GOLPES POR CADA CAPA.



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Toma de Datos

**TABLA N°22: DATOS PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO
COMPACTADO DE AGREGADO FINO**

PESO UNITARIO – AGREGADO FINO				
DESCRIPCION		ENSAYO		
		1	2	3
Peso del Molde (kg)	R	7.52	7.52	7.52
Peso de Muestra + R (kg)	PM	12.34	12.35	12.37
Peso de la muestra (kg)	PM-R	4.82	4.83	4.85
Volumen del Molde (m ³)	V	0.00303	0.00303	0.00303
PESO UNITARIO (COMPACTADO)	(PM-R)/V			

FUENTE: (Elaboración propia)

3.5.4. Peso específico del agregado fino

A) Equipos y Materiales

- ✓ Balanza (precisión 0.5 gr)
- ✓ Picnómetro (fiola) de 500 ml
- ✓ Molde cónico metálico
- ✓ Apisonador de metal
- ✓ Horno 110°C
- ✓ Bomba de vacíos

b) Procedimiento

- I. Se anota el peso del picnómetro con agua hasta el nivel de 500ml.
- II. Se cuartea hasta conseguir una muestra de más de 1kg. Del material que pasa la malla N°4, se pone a secar a 110°C hasta peso constante, se enfría a temperatura ambiente por una a 3 horas y se sumerge en un balde con agua por 24 horas para lograr su saturación.
- III. Transcurrido ese tiempo se vierte el agua, con mucho cuidado para que no se pierda el material arcilloso.
- IV. El agregado húmedo se coloca en bandeja y se lleva a horno muy moderado 60°C para que gradualmente pierda humedad, removiendo constantemente para que la humedad sea uniforme y para vigilar que no se seque la muestra más allá del estado saturado superficialmente seco, el que se obtiene cuando se cumpla la prueba del cono.
- V. Se coloca el agregado hasta rebalsar el cono metálico, y se le da unos cuantos golpes con el apisonador. Se repite esa operación 3 veces debiendo sumar 25 el número de golpes en las tres veces que se apisona la muestra.
- VI. Se vuelve a rebalsar, se enrasa y se retira el cono:
- VII. Si se queda con forma tronco-cónica tiene más humedad que la correspondiente al estado saturado superficialmente seco.
- VIII. Si se queda con forma cónica terminada en punta sin desmoronarse, tiene la humedad correspondiente al estado saturado superficialmente seco.
- IX. Se desmorona, tiene menos humedad que la correspondiente al estado saturado superficialmente seco.



- X. Cuando el agregado se encuentra en el estado saturado superficialmente seco (b), se pesan 500 gr de material y se colocan en el picnómetro, y otros 500 gr. Se ponen en el horno a secar. Se puede usar menor cantidad de muestra si no alcanza, pero para que la muestra sea representativa esta cantidad es la conveniente, y siempre se debe poner la misma cantidad en el picnómetro y en el horno secar. Si la muestra esta seca de lo necesario, se debe rociar con agua y esperar 30 minutos antes de repetir la prueba del cono.
- XI. Se llena un picnómetro hasta un nivel aproximado a los 500ml y con la bomba de vacíos se le quitan los vacíos que tenga el material hasta que se eliminen las burbujas de aire. Si no se cuenta con bomba de vacíos, se le quitan los vacíos haciendo rodar el picnómetro y colocándolo luego
- XII. a un baño a 23°C por una hora volviéndose a agitar para eliminar todos los vacíos.
- XIII. Se añade agua hasta el nivel de 500ml, anotándose su peso.
- XIV. Se anota el peso de la muestra secada al horno hasta peso constante.
- XV. Si se desea se puede usar el mismo material del picnómetro, una vez que se ha pesado con el agua al nivel de 500cm³, para ponerlo a secar en horno hasta peso constante. En este caso se debe tener cuidado para no perder absolutamente nada de muestra porque esto originaria una distorsión en los resultados.

FOTOGRAFÍA N° 07: SECANDO LA MUESTRA SUPERFICIALMENTE SECO



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 08: PESANDO DEL AGUA LUEGO DE HABER SIDO SACADO EL AIRE ATRAPADO



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 09: DESPUÉS DE HABER APISONADO LA MUESTRA CON 25 GOLES, RETIRAMOS EL CONO Y VERIFICAMOS QUE TAN HUMEDO ESTA LA MUESTRA



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 10: EXTRAYENDO EL AIRE ATRAPADO EN LA FIOLA QUE ESTA CON MATERIAL Y AGUA.



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Toma de Datos

TABLA N°23: DATOS PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO DEL
AGREGADO FINO

PESO ESPECIFICO DE LA MASA		
DESCRIPCION		ENSAYO
		$= \frac{A}{B + S - C}$
Peso de la Muestra S.S.S. (gr)	S	250
Peso del Picnometro lleno con agua. (gr)	B	675.7
Peso Picnometro + Muestra + Agua (gr)	C	829.6
Peso de la Muestra Seca al Horno (gr)	A	249.4
PESO ESPECIFICO (gr/cm ³)		

FUENTE: (Elaboracion propia)

3.5.5. Variación dimensional

a) Equipos y Materiales

- ✓ Regla Metálica
- ✓ Vernier
- ✓ Ladrillo tipo Blocker

b) Procedimiento

- I. Se muestreará una cantidad de 10 unidades de ladrillo para el dimensionamiento.
- II. En la unidad de albañilería se procederá con el dimensionamiento de: Largo, Altura y espesor, en centímetros. El largo y espesor se refiere a la cara de asiento.

FOTOGRAFÍA N° 11: MEDICIÓN DE LA ALTURA DE LA UNIDAD



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 12: MEDICIÓN DE LA BASE O ESPESOR DE LA UNIDAD



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 13: MEDICIÓN DEL LARGO DE LA UNIDAD



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Toma de Datos

TABLA N°24: VALOR DE MEDIDA DE LARGO DE LA UNIDAD

VARIACIÓN DIMENSIONAL				
Muestra	Largo (mm)			
P1	294	297	296	294
P2	295	293	294	295
P3	295	295	294	296
P4	294	293	295	293
P5	293	295	296	295
P6	295	295	294	296
P7	295	296	296	297
P8	294	293	293	291
P9	294	294	296	295
P10	295	297	296	295

FUENTE: (Elaboración propia)

TABLA N°25: VALOR DE MEDIDA DE ALTURA DE LA UNIDAD

VARIACIÓN DIMENSIONAL				
Muestra	Altura (mm)			
P1	198	198	197	198
P2	195	196	196	197
P3	200	198	197	197
P4	199	196	197	196
P5	195	195	196	196
P6	197	200	197	198
P7	196	199	199	197
P8	197	197	196	197
P9	198	198	197	196
P10	199	199	198	197

FUENTE: (Elaboración propia)

TABLA N°26: VALOR DE MEDIDA DE LA BASE DE LA UNIDAD

VARIACIÓN DIMENSIONAL				
Muestra	base (mm)			
P1	100	99	98	100
P2	97	100	97	100
P3	99	98	99	100
P4	100	100	99	101
P5	102	101	100	100
P6	99	101	99	102
P7	98	98	100	99
P8	100	98	99	99
P9	100	100	99	99
P10	99	101	100	100

FUENTE: (Elaboración propia)

3.5.6. Alabeo

a) Equipos y Materiales

- ✓ Cuña o regla de medición (40cm)

- ✓ Ladrillo tipo blocker
- ✓ Superficie plana de acero o vidrio (mínimo: 300mm x 300mm)

b) Procedimiento

I. Superficies Cóncavas

En los casos en que la distorsión a ser medida corresponda a una superficie cóncava, se colocara la varilla de borde recto longitudinal o diagonalmente a lo largo de la superficie a ser medida, adoptándose la ubicación que da la mayor desviación de la línea recta. Escoger la distancia mayor de la superficie del espécimen a la varilla de borde recto. Usando la regla de acero o cuña, medir esta distancia con una aproximación de 1mm, y registrarla como la distorsión cóncava del borde.

II. Superficies Convexas

Cuando la distorsión a ser medida es la de una superficie convexa, colocar el espécimen con la superficie convexa en contacto con una superficie plana y con las esquinas aproximadamente equidistantes de la superficie plana. Usando la regla de acero o cuña, medir la distancia con una aproximación de 1mm de cada una de las 4 esquinas desde la superficie plana. Registrar el promedio de las 4 medidas como la distorsión convexa del espécimen.

FOTOGRAFÍA N° 14: MEDICIÓN DE ALABEO DE LA UNIDAD (CONCAVIDAD)



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 15: MEDICIÓN DE ALABEO DE LA UNIDAD (CONVEXIDAD)



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Toma de Datos**TABLA N°27: DATOS DE ALABEO PARA LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA
TIPO BLOCKER**

Muestra	SUPERFICIE DE ASIENTO			
	Superior		Inferior	
	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)
P1	6	0	0	7
P2	8	0	0	4
P3	7	0	7	0
P4	0	2.5	8	0
P5	6	0	5	0
P6	0	3.5	4.5	0
P7	0	4	0	2.3
P8	5	0	0	4.2
P9	4	0	2.1	0
P10	8	0	3.5	0

FUENTE: (Elaboración propia)

3.5.7. Succión**a) Equipos y Materiales**

- ✓ Bandeja y recipientes
- ✓ Soportes para ladrillos
- ✓ Balanza
- ✓ Horno de Secado
- ✓ Dispositivo de Sincronización
- ✓ Espécimen de prueba (ladrillo tipo blocker)

b) Procedimiento

- La muestra de la unidad a ser ensayada, será secada al horno o en el medio ambiente, en el caso de secado en el medio ambiente se



mantendrá en cuarto ventilado, a temperatura entre $24^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$ con una humedad relativa entre 30% y 70 % por un periodo de 4 horas.

- II. Medir con una aproximación de 1.27mm la longitud y el ancho de la superficie plana del espécimen de prueba, para unidades rectangulares, o determinar el área que estará en contacto con el agua para unidades de otras formas, con métodos adecuados similares al propuesto. Pesar el espécimen con una aproximación de 0.5 g.
- III. Ajuste la posición de la bandeja de la prueba de absorción, de manera tal que el fondo de la misma este nivelado, debiéndose comprobar con un nivel de burbuja y fije el ladrillo referencialmente saturado encima de los soportes. Agregar agua hasta el nivel de la misma sea $3 \text{ mm} \pm 0.25\text{mm}$ sobre los soportes.
- IV. Cuando el espécimen de prueba haya sido colocado, la profundidad de agua deberá ser de $3 \text{ mm} \pm 0.25\text{mm}$ más la profundidad de los soportes. Después de retirar el ladrillo referencial, sujetar el espécimen de prueba sobre los soportes, contando como tiempo cero el momento de contacto del ladrillo con agua. Durante el periodo de contacto de $1 \text{ min} \pm 1 \text{ segundo}$. Se mantendrá el nivel de agua entre los límites prescritos agregando agua si se requiere. Al final del tiempo de $1 \text{ min} \pm 1 \text{ segundo}$, retirar el espécimen y secar superficialmente con un paño húmedo y volver a pesar el espécimen con aproximación de 0.5 g. El secado de agua superficial se hará dentro de los 10 segundos siguientes luego de retirar el espécimen del agua, y deberá pesarse dentro de los siguientes 2 minutos.

FOTOGRAFÍA N° 16: LADRILLO TIPO BLOCKER SUMERGIDO A UNA PROFUNDIDAD DE $3\text{MM} \pm 0.25\text{MM}$



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Toma de Datos

TABLA N°28: DATOS DE SUCCIÓN PARA LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA TIPO BLOCKER

SUCCIÓN		
Muestra	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)
P1	5018.60	5085.35
P2	5070.54	5137.24
P3	5015.10	5087.23
P4	5069.50	5131.55
P5	5073.34	5135.50

FUENTE: (Elaboración propia)

3.5.8. Absorción, absorción maxima, coeficiente de saturación y densidad**a) Equipos y Materiales**

- ✓ Recipiente
- ✓ Balanza de capacidad no menor a 2000g y aproximación 0.5 g.
- ✓ Especímenes de prueba

b) Procedimiento

- I. Secar y ventilar los especímenes de prueba, pesar cada uno de ellos.
- II. Absorción: sumergir parcialmente el espécimen en agua limpia (potable, destilada o agua de lluvia) a temperatura entre 15.5°C a 30°C, por un tiempo de 24 horas. Retirar el espécimen, limpiar el agua superficial con un paño y pesar el espécimen. Pesar todos los especímenes dentro de los 5 minutos siguientes luego de ser retirados del agua.
- III. Absorción máxima: Sumergir el espécimen en agua en ebullición por un lapso de 5 horas y retirar los especímenes limpiando primero con un paño el agua superficial y pesar el espécimen. Pesar los especímenes antes de los 5 minutos después de haber sido retirados del agua.

FOTOGRAFÍA N° 17: LADRILLO TIPO BLOCKER LUEGO DE HABER SIDO SUMERGIDO DURANTE 24 HRS



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Toma de Datos

TABLA N°29: ABSORCIÓN, ABSORCIÓN MÁXIMA, COEFICIENTE DE SATURACIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

ABSORCIÓN, ABSORCIÓN MAXIMA, COEFICIENTE DE SATURACIÓN			
Muestra	Peso Seco en Horno P1(gr)	Peso Saturado 24 hrs P3(gr)	Peso Saturado en agua de ebullición 5 hrs P4(gr)
P1	5018.60	5730.00	5765.00
P2	5070.54	5745.00	5770.00
P3	5015.10	5810.00	5825.00
P4	5069.50	5895.00	5905.00
P5	5073.34	5865.00	5875.00

FUENTE: (Elaboración propia)

3.5.9. Resistencia a compresión axial de la unidad de albañilería

a) Equipos y Materiales

- ✓ Máquina de compresión axial
- ✓ Espécimen de albañilería (ladrillo tipo blocker)

b) Procedimiento

- I. Se limpiara las caras de carga de los platos de máquina y del prisma.
- II. Se colocará el prisma sobre el plato de carga inferior y se alinearan ambos ejes centroidales del prisma con el centro de aplicación de carga de la máquina. Mientras el plato superior rotulado se acerca para apoyarse sobre el prisma, se rotará la porción movable del plato superior suavemente con las manos, para obtener un apoyo uniforme.
- III. Se aplicará carga al prisma a una velocidad uniforme y continua sin producir impacto, de modo que el ensayo demore entre 3 minutos y 4 minutos en alcanzar la carga máxima.
- IV. Se registrará la carga máxima, expresándola en N (kgf). Se describirá la forma de falla, tan extensamente como sea posible, e ilustraran los patrones de grietas y despostillamiento en un esquema o fotografía.

FOTOGRAFÍA N° 18: PREPARANDO LA MÁQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 19: APLICACIÓN DE CARGA SOBRE EL PRISMA(Unidad de Albañilería)



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 20: RETIRANDO EL PRISMA DESPUES DE REALIZADO EL ENSAYO Y REGISTRANDO LA FALLA EN LA UNIDAD



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Toma de Datos

TABLA N°30: DATOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DEL ESPÉCIMEN DE ALBAÑILERIA

RESISTENCIA A COMPRESIÓN	
Muestra	Fuerza kg
P1	10700.00
P2	10970.00
P3	11050.00
P4	10750.00
P5	11150.00

FUENTE: (Elaboración propia)

3.5.10. Resistencia a compresión axial en cubos de mortero

a) Equipos y Materiales

- ✓ Máquina de compresión axial
- ✓ Moldes de 50mm de lado
- ✓ Mezcladora, recipiente y paleta
- ✓ Badilejo
- ✓ Cemento
- ✓ Agregado fino
- ✓ Agua
- ✓ Aceite mineral o grasa lubricante ligero

b) Procedimiento

b.1) Procedimiento para elaboración de cubos

- I. El mortero será elaborado de manera manual o mecánica.
- II. Dicho mortero será elaborado en una bandeja impermeable para que no se pierda agua con facilidad. La cantidad de agua debe ser decidida por el albañil, de tal manera que se logre una mezcla trabajable.
- III. Primero se obtendrá en peso según la dosificación, la cantidad de los materiales que serán necesarios para la elaboración del mortero.
- IV. En una bandeja impermeable se colocara la cantidad necesaria de agregado fino seguido de cemento portland IP, mezclar estos dos

materiales con un badilejo hasta obtener una mezcla uniforme y finalmente se le añadirá agua a la mezcla, de igual forma con ayuda del badilejo se mezclara hasta obtener un mortero trabajable.

- V. Ya obtenido el mortero, se procede a hacer la prueba de fluidez e inmediatamente se colocara en los moldes cúbicos, siendo estos moldes cúbicos previamente engrasados con aceite natural o grasa.
- VI. En cada compartimiento del molde, se coloca una capa de mortero de 25mm (aproximadamente la mitad de altura del molde) y apisonar con 32 golpes del compactador en unos 10 s. Estos golpes se aplican sobre la superficie de la muestra, en 4 etapas de 8 golpes adyacente cada una.
- VII. Una vez terminada la operación anterior en todos los compartimientos, se llenara con una segunda capa y se apisonara como se hizo con la primera. Durante la compactación de la segunda capa, al completar cada etapa y antes de iniciar la siguiente, introducir en los compartimientos el mortero que se ha depositados en los bordes del molde, con ayuda de los dedos enguantados.

FOTOGRAFÍA N° 21: PREPARACIÓN DE LA MEZCLA DE MORTERO SEGÚN DOSIFICACIÓN



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 22: PREPARACIÓN DE LOS MOLDES DE CUBOS DE MORTERO



FUENTE: (Elaboración propia)

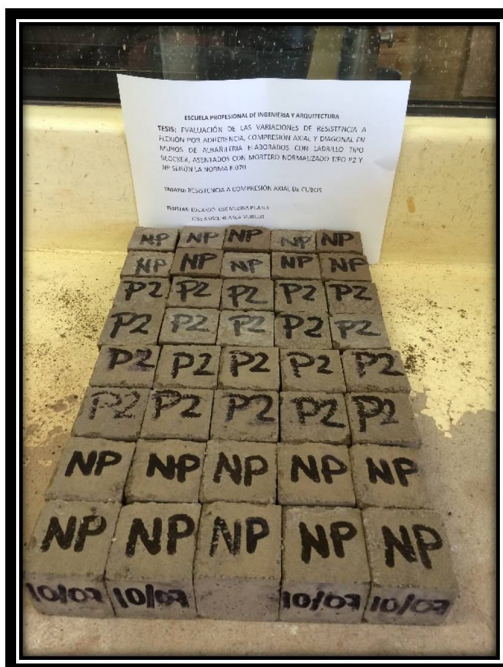
FOTOGRAFÍA N° 23: PROCESO DE CURADO DE CUBOS DE MORTERO



FUENTE: (Elaboración propia)

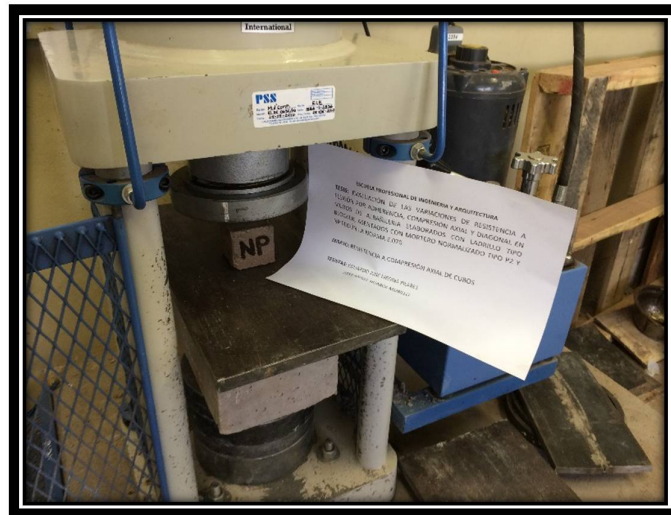
b.2) Procedimiento para el ensayo de resistencia a compresión axial.

- I. Ensayar los especímenes inmediatamente después de retirarlos de la cámara húmeda, en el caso de ensayarlos a las 24 hrs de edad; y los del agua de almacenamiento, en caso de todos los demás especímenes, para los 3 días, 7 días y 28 días.
- II. Secar cada espécimen a la condición superficialmente seca, y retirar los granos de arena desprendidos a las incrustaciones de las caras que van a estar en contacto con los bloques de apoyo de la maquina en ensayo. Verificar por medio de una regla, que estas sean perfectamente planas.
- III. Colocar cuidadosamente el espécimen, centrándolo debajo del bloque superior de contacto de la máquina de ensayo.

FOTOGRAFÍA N° 24: PREPARACIÓN DE LOS ESPECIMENES CUBICOS ANTES DE REALIZAR LA PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 25: CENTRO EL ESPECIMEN DE MORTERO ENTRE LAS CARAS DE CONTACTO DEL EQUIPO DE COMPRESIÓN



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 26: VERIFICANDO QUE EL ESPECIMEN DE MORTERO ESTE BIEN UBICADO



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 27: ESPÉCIMEN DE MORTERO DESPUES DE REALIZADO LA PRUEBA



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Toma de Datos

TABLA N°31: DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL – CUBOS DE MORTERO TIPO NP, PARA PERIODO 1 DÍA

MORTERO NORMALIZADO NP		
Periodo (días)	Muestra de Cubo	Fuerza (Kg)
1 día	M-01	230
	M-02	250
	M-03	290
	M-04	250
	M-05	230
	M-06	290
	M-07	260
	M-08	240
	M-09	230
	M-10	270

FUENTE: (Elaboración propia)

**TABLA N°32: DATOS OBTENIDO DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL –
CUBOS DE MORTERO TIPO P2, PARA PERIODO 1 DÍA**

MORTERO NORMALIZADO P2		
Periodo (días)	Muestra de Cubo	Fuerza (Kg)
1 día	M-01	290
	M-02	200
	M-03	270
	M-04	280
	M-05	260
	M-06	300
	M-07	250
	M-08	300
	M-09	260
	M-10	310

FUENTE: (Elaboración propia)

**TABLA N°33: DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL
– CUBOS DE MORTERO TIPO NP, PARA PERIODO 3 DÍAS**

MORTERO NORMALIZADO NP		
Periodo (días)	Muestra de Cubo	Fuerza (Kg)
3 días	M-01	380
	M-02	320
	M-03	310
	M-04	310
	M-05	360
	M-06	350
	M-07	350
	M-08	360
	M-09	360
	M-10	340

FUENTE: (Elaboración propia)

**TABLA N°34: DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL
– CUBOS DE MORTERO TIPO P2, PARA PERIODO 3 DÍAS**

MORTERO NORMALIZADO P2		
Periodo (días)	Muestra de Cubo	Fuerza (Kg)
3 días	M-01	490
	M-02	570
	M-03	540
	M-04	560
	M-05	550
	M-06	520
	M-07	490
	M-08	570
	M-09	540
	M-10	550

FUENTE: (Elaboración propia)

**TABLA N°35: DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL
– CUBOS DE MORTERO TIPO NP, PARA PERIODO 7 DÍAS**

MORTERO NORMALIZADO NP		
Periodo (días)	Muestra de Cubo	Fuerza (Kg)
7 días	M-01	1220
	M-02	1190
	M-03	1180
	M-04	1080
	M-05	1215
	M-06	1211
	M-07	1275
	M-08	1285
	M-09	1210
	M-10	1200

FUENTE: (Elaboración propia)

**TABLA N°36: DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL
– CUBOS DE MORTERO TIPO P2, PARA PERIODO 7 DÍAS**

MORTERO NORMALIZADO P2		
Periodo (días)	Muestra de Cubo	Fuerza (Kg)
7 días	M-01	1610
	M-02	1705
	M-03	1760
	M-04	1610
	M-05	1780
	M-06	1753
	M-07	1650
	M-08	1650
	M-09	1780
	M-10	1790

FUENTE: (Elaboración propia)

**TABLA N°37: DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL
– CUBOS DE MORTERO TIPO NP, PARA PERIODO 28 DÍAS**

MORTERO NORMALIZADO NP		
Periodo (días)	Muestra de Cubo	Fuerza (Kg)
28 días	M-01	1770
	M-02	1690
	M-03	1780
	M-04	1700
	M-05	1780
	M-06	1810
	M-07	1750
	M-08	1720
	M-09	1820
	M-10	1695

FUENTE: (Elaboración propia)

**TABLA N°38: DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL
– CUBOS DE MORTERO TIPO P2, PARA PERIODO 28 DÍAS**

MORTERO NORMALIZADO P2		
Periodo (días)	Muestra de Cubo	Fuerza (Kg)
28 días	M-01	2520
	M-02	2280
	M-03	2330
	M-04	2550
	M-05	2380
	M-06	2500
	M-07	2440
	M-08	2520
	M-09	2525
	M-10	2570

FUENTE: (Elaboración propia)

3.5.11. Resistencia a flexión por adherencia

a) Equipos y Materiales

a.1) Equipos y Materiales para elaboración de especímenes

- ✓ Regla de aluminio de 1m
- ✓ Plomada
- ✓ Badilejo
- ✓ Espátula
- ✓ Pala
- ✓ Recipiente de mezcla
- ✓ Arena gruesa
- ✓ Cemento
- ✓ Nivel

- ✓ Unidad de Albañilería (ladrillo tipo blocker)

a.2) Equipos y Materiales para el ensayo de Flexión por Adherencia

- ✓ Máquina de Ensayo
- ✓ Espécimen Tipo Pila (4 hileras), con ladrillo tipo blocker
- ✓ Soportes de Apoyo (Inferior y superior)

b) Procedimiento

b.1) Procedimiento para la elaboración de Especímenes

- I. Previamente se regara la unidad de albañilería por un periodo de 30 minutos aproximadamente.
- II. Después del periodo de regado, se colocara el ladrillo base para el asentado, colocando a nivel.
- III. Se preparara el mortero de asiento, mezclando los insumos (arena gruesa, cemento y agua); para las dosificaciones estudiadas de morteros normalizado tipo NP y P2, el agua de mezcla se colocara según la trabajabilidad necesaria para el asiento.
- IV. Se colocara la mezcla de mortero sobre la cara de asiento entre ambas unidades de albañilería haciendo una junta de espesor de 15 mm aproximadamente.
- V. Con una plomada se verificara la verticalidad del espécimen para cada hilada, y con una regla de aluminio se controlara el espesor de junta
- VI. Se repetirá los 3 últimos pasos anteriores para las siguientes hileras.
- VII. Con un badilejo o regleta de aluminio se retirara el mortero sobrante de las juntas.

VIII. Durante un periodo de 28 días se realizara el curado del espécimen.

IX. Pasado los 28 días, el espécimen se prepara para someterlo a ensayo.

FOTOGRAFÍA N° 28: PREPARACIÓN DE LA MEZCLA Y UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA EL ASENTADO



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 29: ASENTADO Y CONTROL DE NIVEL MEDIANTE LA PLOMADA



FUENTE: (Elaboración propia)

**FOTOGRAFÍA N° 30: CONTROL DE NIVEL CON PLOMADA EN LA CUARTA
HILADA**

FUENTE: (Elaboración propia)

b.1) Procedimiento para el ensayo de Flexión por Adherencia

- I. Preparación de la máquina de ensayo.
- II. Colocar los especímenes de ensayo (primas) sobre sus soportes, como una viga simplemente apoyada. Si no se obtiene un contacto completo entre el espécimen y los rodos de aplicación de carga o de los soportes, se aplicara una capa nivelante sea yeso o tiras compresibles a fin de asegurar la carga uniforme.
- III. Se aplicara la carga de ensayo a una velocidad uniforme del cabezal móvil de carga de tal forma que la carga total se aplique en no menos de 1 minuto ni en más de 3 minutos.
- IV. Se registrara la máxima carga aplicada (P).

**FOTOGRAFÍA N° 31: PREPARACIÓN DE ESPECIMENES DE ENSAYO (PRISMAS),
PARA EL ENSAYO DE FLEXIÓN POR ADHERENCIA**



FUENTE: (Elaboración propia)

**FOTOGRAFÍA N° 32: PREPARACIÓN DEL EQUIPO DE ENSAYO Y COLOCACIÓN
DE SOPORTES DE APOYO**



FUENTE: (Elaboración propia)

**FOTOGRAFÍA N° 33: COLOCACIÓN DEL ESPÉCIMEN (PRISMA) SOBRE LOS
RODOS DE APOYO, PREVIO A SER SOMETIDO A CARGA**



FUENTE: (Elaboración propia)

**FOTOGRAFÍA N° 34: OBTENCIÓN DEL ESPECIMEN (PRISMA) DESPUES DE
HABER SIDO SOMETIDO A CARGA**



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Toma de Datos

**TABLA N°39: DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE FLEXIÓN POR
ADHERENCIA PARA MORTERO TIPO NP**

RESISTENCIA A FLEXIÓN POR ADHERENCIA CON MORTERO TIPO NP		
Muestra de Pila	Esfuerzo Aplicada (bar)	Fuerza Aplicada (Kg)
M-01	5.50	449.34
M-02	4.50	367.64
M-03	5.00	408.49
M-04	6.00	490.19
M-05	6.00	490.19
M-06	5.00	408.49
M-07	6.00	490.19
M-08	5.00	408.49
M-09	4.50	367.64
M-10	6.00	490.19
M-11	5.00	408.49
M-12	5.00	408.49
M-13	6.00	490.19
M-14	5.50	449.34
M-15	6.00	490.19

FUENTE: (Elaboración propia)

**TABLA N°40: DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE FLEXIÓN POR
ADHERENCIA PARA MORTERO TIPO P2**

RESISTENCIA A FLEXIÓN POR ADHERENCIA CON MORTERO TIPO P2		
Muestra de Pila	Esfuerzo Aplicada (bar)	Fuerza Aplicada (Kg)
M-01	7.00	571.88
M-02	7.50	612.73
M-03	8.00	653.58
M-04	8.00	653.58
M-05	8.50	694.43
M-06	7.00	571.88
M-07	9.00	735.28
M-08	8.00	653.58
M-09	8.00	653.58
M-10	7.00	571.88
M-11	8.00	653.58
M-12	7.00	571.88
M-13	9.00	735.28
M-14	8.00	653.58
M-15	7.50	612.73

FUENTE: (Elaboración propia)

Para el cálculo de carga o fuerza máxima aplicada se procedió a calcular de la siguiente manera:

$$F = Fb * 1.0197162 * A$$

Donde:

- F: Fuerza aplicada (kg)
- Fb: Fuerza aplicada en bar
- A: Área de la aplicación de carga del equipo de compresión (cm²)

Diámetro de la aplicación de carga del equipo D= 10.10 cm

1 bar = 1.0197162 kg/cm²

3.5.12. Resistencia a compresión axial en pilas de albañilería**a) Equipos y Materiales****a.1) Equipos y Materiales, para la elaboración de los especímenes de albañilería (pilas)**

- ✓ Regla de aluminio de 1m
- ✓ Plomada
- ✓ Badilejo
- ✓ Espátula
- ✓ Pala
- ✓ Recipiente de mezcla
- ✓ Arena gruesa
- ✓ Cemento
- ✓ Nivel
- ✓ Unidad de Albañilería (ladrillo tipo blocker)

a.2) Equipos y Materiales, para el ensayo de Compresión Axial en Pilas

- ✓ Equipo de Compresión

b) Procedimiento**b.1) Procedimiento para la elaboración de especímenes de albañilería (pilas)**

- I. Previamente se regará la unidad de albañilería por un periodo de 30 minutos aproximadamente.



- II. Después del periodo de regado, se colocara el ladrillo base para el asentado, colocándolo a nivel.
- III. Se preparara el mortero de asiento, mezclando los insumos (arena gruesa, cemento y agua); para las dosificaciones estudiadas de morteros normalizado tipo NP y P2, el agua de mezcla se colocara según la trabajabilidad necesaria para el asiento.
- IV. Se colocara la mezcla de mortero sobre la cara de asiento entre ambas unidades de albañilería haciendo una junta de espesor de 15 mm aproximadamente.
- V. Con una plomada se verificara la verticalidad del espécimen para cada hilada, y con una regla de aluminio se controlara el espesor de junta
- VI. Se repetirá los 3 últimos pasos anteriores para las siguientes hileras.
- VII. Con un badilejo o regleta de aluminio se retirara el mortero sobrante de las juntas.
- VIII. Durante un periodo de 28 días se realizara el curado del espécimen.
- IX. Pasado los 28 días, el espécimen se prepara para someterlo a ensayo.

FOTOGRAFÍA N° 35: PREPARACIÓN DE MEZCLA DE MORTERO



FUENTE: (Elaboración propia)

**FOTOGRAFÍA N° 36: PREPARACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
(HUMEDECIENDO LA UNIDAD)**



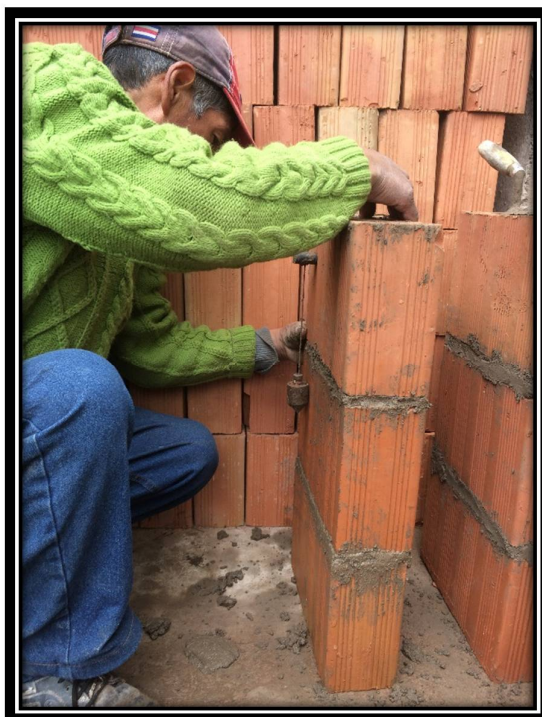
FUENTE: (Elaboración propia)

**FOTOGRAFÍA N° 37: ASENTANDO LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA EN LA
TERCERA HILADA DE LAS PILAS**



FUENTE: (Elaboración propia)

**FOTOGRAFÍA N° 38: PLOMANDO LA PILA DE ALBAÑILERIA, CONTROLANDO
VERTICALIDAD DEL ESPÉCIMEN**



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 39: VISTA DE LOS ESPECÍMENES (PILAS DE ALBAÑILERÍA)

FUENTE: (Elaboración propia)

b.2) Procedimiento para el ensayo de compresión axial en pilas de albañilería.

- I. Preparación de la máquina de ensayo.
- II. Colocar la pila de albañilería de manera vertical en la prensa hidráulica sobre un soporte metálico o cuña metálicas de apoyo.
- III. Alinear la pila de albañilería con el eje de la prensa hidráulica donde se ejercerá la fuerza de compresión.
- IV. Ejercer la fuerza necesaria hasta generar la falla a compresión en el espécimen (pila de albañilería).
- V. Se registrara la máxima carga aplicada (BAR) o PSI

**FOTOGRAFÍA N° 40: PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN (PILA DE ALBAÑILERIA)
DE FORMA VERTICAL, PREVIO A SER ENSAYADO**



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 41: ESPÉCIMEN DESPUES DE HABER SIDO ENSAYADO



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 42: FALLA EN EL ESPÉCIMEN (PILA DE ALBAÑILERIA)



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Toma de Datos

TABLA N°41: DATOS OBTENIDOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ALBAÑILERIA PARA MORTERO TIPO NP

PILAS, ASENTADO CON MORTERO TIPO NP		
Muestra de Pila	Esfuerzo (bar)	Fuerza (Kg)
M-01	75	6127.32
M-02	85	6944.30
M-03	70	5718.83
M-04	80	6535.81
M-05	90	7352.79
M-06	70	5718.83
M-07	85	6944.30
M-08	80	6535.81
M-09	75	6127.32

PILAS, ASENTADO CON MORTERO TIPO NP		
Muestra de Pila	Esfuerzo (bar)	Fuerza (Kg)
M-10	85	6944.30
M-11	75	6127.32
M-12	75	6127.32
M-13	70	5718.83
M-14	80	6535.81
M-15	75	6127.32

FUENTE: (Elaboración propia)

**TABLA N°42: DATOS OBTENIDOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A
COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ALBAÑILERIA PARA MORTERO TIPO
P2**

PILAS, ASENTADO CON MORTERO TIPO P2		
Muestra de Pila	Esfuerzo (bar)	Fuerza (Kg)
M-01	85	6944.30
M-02	90	7352.79
M-03	85	6944.30
M-04	95	7761.27
M-05	95	7761.27
M-06	98	8006.37
M-07	90	7352.79
M-08	90	7352.79
M-09	85	6944.30
M-10	90	7352.79
M-11	105	8578.25
M-12	105	8578.25
M-13	85	6944.30
M-14	100	8169.76
M-15	105	8578.25

FUENTE: (Elaboración propia)

Para el cálculo de carga o fuerza máxima aplicada se procedió a calcular de la siguiente manera:

$$F = Fb * 1.0197162 * A$$

Donde:

- F: Fuerza aplicada (kg)
- Fb: Fuerza aplicada en bar
- A: Área de la aplicación de carga del equipo de compresión (cm²)

Diámetro de la aplicación de carga del equipo D= 10.10 cm

1 bar = 1.0197162 kg/cm²

3.5.13. Resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería

a) Equipos y Materiales

a.1) Equipos y Materiales, para la elaboración de los especímenes (muretes de albañilería)

- ✓ Regla de aluminio de 1m
- ✓ Plomada
- ✓ Badilejo
- ✓ Espátula
- ✓ Pala
- ✓ Recipiente de mezcla
- ✓ Arena gruesa
- ✓ Cemento
- ✓ Nivel
- ✓ Unidad de Albañilería (ladrillo tipo blocker)
- ✓ Cortadora Eléctrica

**a.2) Equipos y Materiales, para el ensayo de compresión diagonal
(muretes de albañilería)**

- ✓ Equipo de Compresión
- ✓ Escuadras de Carga

b) Procedimiento

**b.1) Procedimiento para la elaboración de especímenes de
albañilería (muretes)**

- I. Previamente se regará la unidad de albañilería por un periodo de 30 minutos aproximadamente.
- II. Las unidades que irán en la segunda hilada (en los laterales); se cortaran a la mitad con la cortadora eléctrica.
- III. Después del periodo de regado, se colocara el ladrillo base para el asentado, colocándolo a nivel.
- IV. Se preparará el mortero de asiento, mezclando los insumos (arena gruesa, cemento y agua); para las dosificaciones estudiadas de morteros normalizado tipo NP y P2, el agua de mezcla se colocara según la trabajabilidad necesaria para el asiento.
- V. Se colocará la mezcla de mortero sobre la cara de asiento entre ambas unidades de albañilería haciendo una junta de espesor de 15 mm aproximadamente.
- VI. Con una plomada se verificara la verticalidad del espécimen para cada hilada, y con una regla de aluminio se controlara el espesor de junta
- VII. Se repetirá los 3 últimos pasos anteriores para las siguientes hileras.
- VIII. Con un badilejo o regleta de aluminio se retirara el mortero sobrante de las juntas.

IX. Durante un periodo de 28 días se realizara el curado del espécimen.

X. Pasado los 28 días, el espécimen se prepara para someterlo a ensayo.

**FOTOGRAFÍA N° 43: PREPARACIÓN DE MEZCLA DE MORTERO, PARA EL
ASENTADO EN MURTES DE ALBAÑILERIA**



FUENTE: (Elaboración propia)

**FOTOGRAFÍA N° 44: CORTANDO LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA A LA MITAD
PARA EL ASENTADO EN MURETES**



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 45: PREPARANDO LA BASE DE INICIO DEL MURETE



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 46: VISTA DE UNA PARTE DE LOS ESPECÍMENES (MURETES DE ALBAÑILERIA)



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 46: COLOCACIÓN DE CAPPING DE YESO EN EL MURETE

FUENTE: (Elaboración propia)

b.2) Procedimiento para el ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería

- I. Preparación de la máquina de ensayo.
- II. Colocar las cuñas metálicas o bases de apoyo horizontales, seguido de eso colocar las escuadra de carga inferior.
- III. Sobre la escuadra inferior colocar el espécimen (murete de albañilería), después colocar la escuadra superior sobre el espécimen.
- IV. Centrar el espécimen con eje de aplicación de carga.
- V. Ejercer la fuerza necesaria hasta generar la falla a compresión diagonal en el espécimen (murete de albañilería).
- VI. Se registrara la máxima carga aplicada (BAR) o PSI

FOTOGRAFÍA N° 47: PREPARACIÓN DEL ESPECIMEN (MURETE DE ALBAÑILERIA), COLOCADO AMBAS ESCUADRAS Y CENTRANDO HACIA EL EJE QUE EJERCERA FUERZA



FUENTE: (Elaboración propia)

FOTOGRAFÍA N° 48: ESPÉCIMEN DESPUES DE HABER SIDO ENSAYADO, FALLA EN LA JUNTA



FUENTE: (Elaboración propia)

**FOTOGRAFÍA N° 49: FALLA EN EL ESPÉCIMEN (MURETE DE ALBAÑILERIA),
CON MORTERO TIPO NP, FALLA DE FORMA EXPLOSIVA**



FUENTE: (Elaboración propia)

**FOTOGRAFÍA N° 50: FALLA EN EL ESPÉCIMEN (MURETE DE ALBAÑILERIA),
CON MORTERO TIPO P2, FALLA DE MANERA EXPLOSIVA**



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Toma de Datos

**TABLA N°43: DATOS OBTENIDOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A
COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERIA PARA
MORTERO TIPO NP**

MURETE ASENTADO CON MORTERO TIPO NP		
Muestra de Pila	Esfuerzo (bar)	Fuerza (Kg)
M-01	25	2055.99
M-02	26	2084.16
M-03	26	2084.16
M-04	23	1915.17
M-05	24	1971.50
M-06	24	1971.50
M-07	23	1915.17
M-08	25	2027.83
M-09	24	1971.50
M-10	24	1971.50
M-11	24	1971.50
M-12	25	2027.83
M-13	23	1915.17
M-14	25	2027.83
M-15	26	2084.16

FUENTE: (Elaboración propia)

TABLA N°44: DATOS OBTENIDOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERIA PARA MORTERO TIPO P2

MURETE ASENTADO CON MORTERO TIPO P2		
Muestra de Pila	Esfuerzo (bar)	Fuerza (Kg)
M-01	28	2309.47
M-02	28	2253.14
M-03	28	2253.14
M-04	27	2196.81
M-05	26	2140.48
M-06	27	2168.65
M-07	26	2140.48
M-08	27	2196.81
M-09	27	2196.81
M-10	27	2196.81
M-11	27	2168.65
M-12	26	2140.48
M-13	26	2140.48
M-14	28	2253.14
M-15	27	2196.81

FUENTE: (Elaboración propia)

Para el cálculo de carga o fuerza máxima aplicada se procedió a calcular de la siguiente manera:

$$F = Fb * 1.0197162 * A$$

Donde:

- F: Fuerza aplicada (kg)
- Fb: Fuerza aplicada en bar

➤ A: Área de la aplicación de carga del equipo de compresión (cm²)

Diámetro de la aplicación de carga del equipo D= 10.10 cm

1 bar = 1.0197162 kg/cm²

3.6. Procedimiento de análisis de datos

3.6.1. Granulometría agregado fino

a) Procesamiento o cálculo de la prueba

Se procederá de acuerdo a lo establecido en el manual de ensayos de laboratorio y la norma técnica peruana NTP 399.607 y NTP 400.012

Calcúlese el porcentaje que pasa, el porcentaje retenido, o el porcentaje de las fracciones de varios tamaños, con una aproximación de 0.1% con base en el peso total de la muestra inicial seca.

TABLA N°45: PROCESO DE ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO – CANTERA DE HUILLQUE

Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	W(gr)	% Retenido	% Ret. Acu.	% Que Pasa
9.5	3/8	0	0.00	0.00	100.00
4.75	N° 4	0	0.00	0.00	100.00
2.36	N° 8	125.45	7.37	7.37	92.63
1.18	N° 16	458.4	26.94	34.31	65.69
0.6	N° 30	500	29.39	63.70	36.30
0.3	N° 50	245.35	14.42	78.12	21.88
0.15	N° 100	215.65	12.67	90.79	9.21
0.075	N° 200	147.34	8.66	99.45	0.55
	FONDO	9.34	0.55	100	
	TOTAL	1701.53	100		

FUENTE: (Elaboración propia)

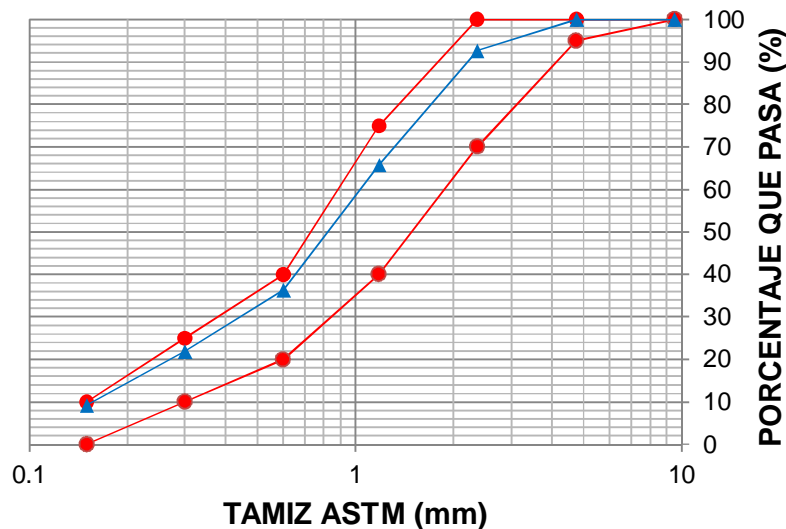
El control de la granulometría se aprecia mejor mediante un gráfico de curvas, en la que las ordenadas representan el porcentaje acumulado que pasa la malla, y las abscisas, las aberturas correspondientes.

Para considerar los límites de porcentaje de pasa en la granulometría, se considera como material manufacturado, ya que el material a evaluar es confitillo; por consiguiente se utilizara los límites de la normativa peruana NTP 399.607

b) Diagrama

ILUSTRACIÓN N° 02: CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO

GRANULOMETRÍA FINOS (CANTERA HUILLQUE)



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Análisis de la Prueba

El módulo de fineza es calculado por medio de datos del análisis granulométrico, sumando los porcentajes acumulados del agregado retenido en cada una de las mallas y dividiéndola entre 100. Las mallas utilizadas para hallar el módulo de fineza son: N° 100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8, N° 4.

Modulo de Fineza
2.7

3.6.2. Peso unitario del agregado fino

a) Procesamiento o Cálculo de la Prueba

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas, está influenciado por la manera en que se acomodan estas, lo que lo convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo. Estos valores fueron obtenidos acorde a lo establecido en NTP 400.017 cuyos cálculos quedan consignados en las siguientes tablas.

$$\text{peso unitario} = \frac{(PM - R)}{V}$$

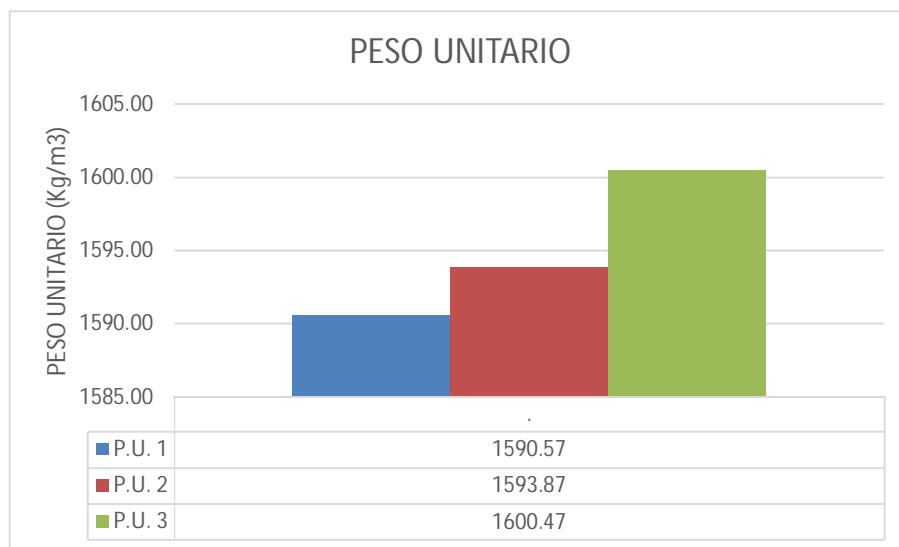
TABLA N°46: PROCESO DE ANÁLISIS DEL CÁLCULO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

PESO UNITARIO - A.F.				
DESCRIPCION		ENSAYO		
		1	2	3
Peso del Molde (kg)	R	7.52	7.52	7.52
Peso de Muestra + R (kg)	PM	12.34	12.35	12.37
Peso de la muestra (kg)	PM-R	4.82	4.83	4.85
Volumen del Molde (m3)	V	0.00303	0.00303	0.00303
PESO UNITARIO (COMPACTADO)	(PM-R)/V	1590.57	1593.87	1600.47
		1594.97 kg/m3		

FUENTE: (Elaboración propia)

b) Diagramas o Tablas

ILUSTRACIÓN N°03: DIAGRAMA DE RESULTADO OBTENIDO DE PESO UNITARIO



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Análisis de la Prueba

De la ilustración N° 03, se aprecia valores de pesos unitarios de 1590.57 kg/m³, 1593.87kg/m³ y 1600,47kg/m³, obteniendo así un valor de peso unitario promedio de 1594.97 kg/m³ como se observa en la Tabla N°47

3.6.3. Peso específico del agregado fino

a) Procesamiento o Cálculo de la Prueba

Estos parámetros son obtenidos de acuerdo a lo establecido en NTP 400.022 para obtener los valores del peso especificado en masa atravésó de la siguiente formula cuyo procedimiento se muestra en la siguiente tabla.

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B + S - C}$$

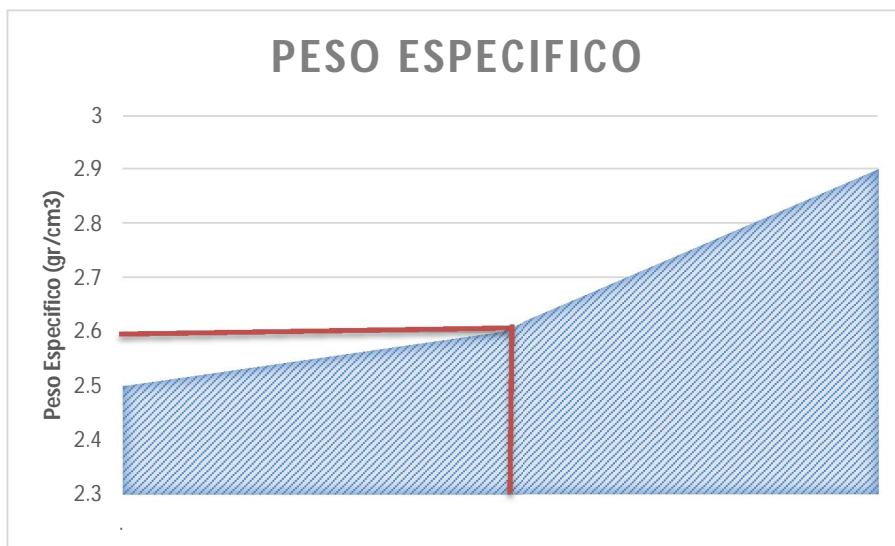
TABLA N°47: PROCESO DE ANÁLISIS DEL CÁLCULO DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P_{em})		
DESCRIPCION		ENSAYO
		$= \frac{A}{B + S - C}$
Peso de la Muestra S.S.S. (gr)	S	250
Peso del Picnometro lleno con agua. (gr)	B	675.7
Peso Picnometro + Muestra + Agua (gr)	C	829.6
Peso de la Muestra Seca al Horno (gr)	A	249.4
PESO ESPECIFICO (gr/cm ³)		2.60

FUENTE: (Elaboracion propia)

b) Diagramas o Tablas

ILUSTRACIÓN N°04: DIAGRAMA DE RESULTADO OBTENIDO DE PESO ESPECÍFICO



FUENTE: (Elaboracion propia)

c) Análisis de la Prueba

De la Ilustración N° 04 se aprecia que el valor obtenido de peso específico está dentro de los rangos de 2.5 y 2.9 gr/cm³, siendo el valor obtenido de 2.6gr/cm³ mostrado en la tabla N°48.

3.6.4. Variación dimensional

a) Procesamiento o Cálculo de la Prueba

Se procederá de acuerdo a lo indicado en el libro de Ángel San Bartolomé, Daniel Quiun y Wilson Silva, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS SISMORESISTENTES DE ALBAÑILERIA.

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

- I. La dimensión de cada arista del espécimen (D=L, b, h), se toma como promedio las cuatro medidas en (mm).
- II. Luego por cada arista, se calcula el valor promedio (Dp) de toda la muestra; este valor se resta de la dimensión especificada por el fabricante (De) y luego se Divide entre ("De"):

$$V (\%) = \frac{100 (De - Dp)}{De}$$

TABLA N°48: PROCESO DE ANÁLISIS OBTENIDOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LARGO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA

VARIACIÓN DIMENSIONAL					
Muestra	Largo (mm)				L prom
P1	294	297	296	294	295
P2	295	293	294	295	294
P3	295	295	294	296	295
P4	294	293	295	293	294
P5	293	295	296	295	295
P6	295	295	294	296	295
P7	295	296	296	297	296
P8	294	293	293	291	293
P9	294	294	296	295	295
P10	295	297	296	295	296

Dp(mm) =	294.7
De(mm) =	300.0
V (%) =	1.8

FUENTE: (Elaboración propia)

TABLA N°49: PROCESO DE ANÁLISIS OBTENIDOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE ALTURA DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA

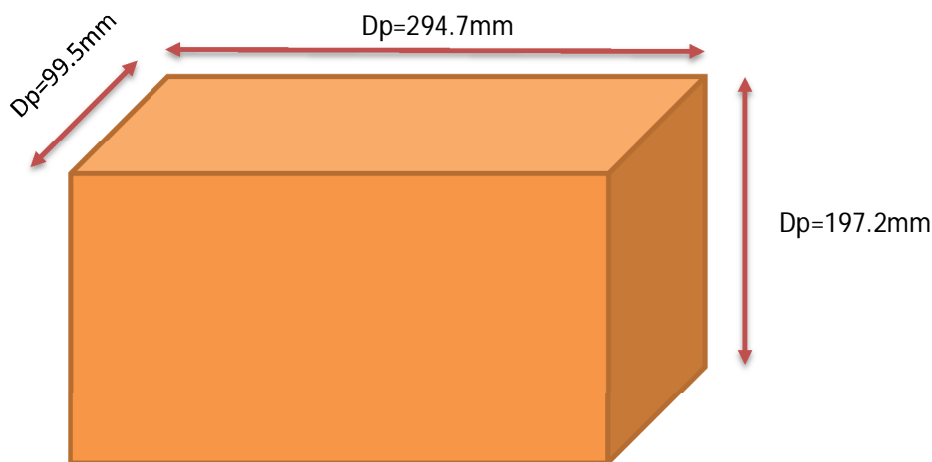
VARIACIÓN DIMENSIONAL					
Muestra	Altura (mm)				H prom
P1	198	198	197	198	198
P2	195	196	196	197	196
P3	200	198	197	197	198
P4	199	196	197	196	197
P5	195	195	196	196	196
P6	197	200	197	198	198
P7	196	199	199	197	198
P8	197	197	196	197	197
P9	198	198	197	196	197
P10	199	199	198	197	198
Dp(mm) =					197.2
De(mm) =					200.0
V (%) =					1.4

FUENTE: (Elaboración propia)

TABLA N°50: PROCESO DE ANÁLISIS OBTENIDOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BASE DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA

VARIACIÓN DIMENSIONAL					
Muestra	base (mm)				b prom
P1	100	99	98	100	99
P2	97	100	97	100	99
P3	99	98	99	100	99
P4	100	100	99	101	100
P5	102	101	100	100	101
P6	99	101	99	102	100
P7	98	98	100	99	99
P8	100	98	99	99	99
P9	100	100	99	99	100
P10	99	101	100	100	100
Dp(mm) =					99.5
De(mm) =					100.0
V (%) =					0.5

FUENTE: (Elaboración propia)

b) Diagramas o Tablas**ILUSTRACIÓN N°05: DIAGRAMA DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LA UNIDAD**

FUENTE: (Elaboración propia)

c) Análisis de la Prueba

En la ilustración N°05, se aprecia los valores promedio de las dimensiones de los lados de la unidad de albañilería, teniendo como largo 294.7 mm, altura 197.2mm y ancho 99.5mm.

3.6.5. Alabeo**a) Procesamiento o Cálculo de la Prueba**

Se procederá de acuerdo a lo establecido en la norma técnica peruana NTP 399.613, Medida del Alabeo, Ítem 15.

De todas las medidas obtenidas, se tendrá que calcular el máximo alabeo de la unidad de albañilería.

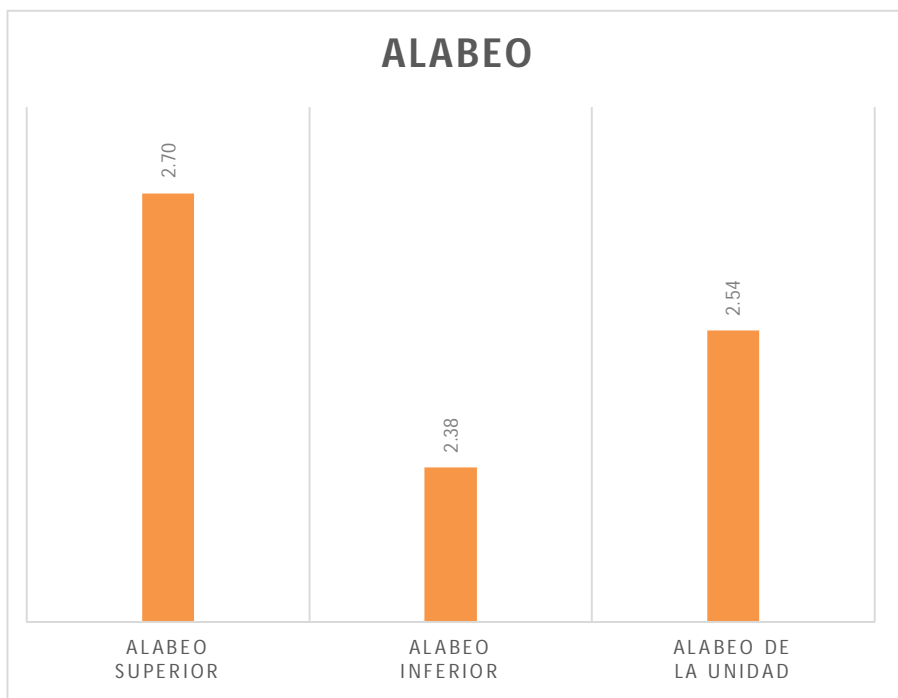
TABLA N°51: PROCESO DE ANÁLISIS OBTENIDOS DE ALABEO

Muestra	SUPERFICIE DE ASIENTO						Alabeo (mm)
	Superior			Inferior			
	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)	Alabeo Promedio (mm)	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)	Alabeo Promedio (mm)	
P1	6	0	2.70	0	7	2.38	2.54
P2	8	0		0	4		
P3	7	0		7	0		
P4	0	2.5		8	0		
P5	6	0		5	0		
P6	0	3.5		4.5	0		
P7	0	4		0	2.3		
P8	5	0		0	4.2		
P9	4	0		2.1	0		
P10	8	0		3.5	0		

FUENTE: (Elaboración propia)

b) Diagramas o Tablas

ILUSTRACIÓN N°06: DIAGRAMA DE VARIACIONES DE ALABEO



FUENTE: (Elaboración propia)

c) Análisis de la Prueba

Según la Tabla N°52, se puede observar, que la cara superior de la unidad tiene como alabeo de 2.70 mm y en la cara inferior tiene un alabeo de 2.38mm, siendo así nuestro alabeo final de nuestra unidad analizada de 2.54, mucho menor del máximo alabeo que permite la norma E.070.

3.6.6. Succión

a) Procesamiento o Cálculo de la Prueba

Se procederá de acuerdo a lo establecido en la norma técnica peruana NTP 399.613, Medida del Alabeo, Ítem 11. Así mismo se tomara como referencia DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS SISMORESISTENTES DE ALBAÑILERIA – Ángel San Bartolomé, Daniel Quiun, Wilson Silva

La diferencia en el peso, en gr. Entre el peso inicial y final es el peso del agua absorbida por el ladrillo durante un minuto de contacto con el agua. Si el área (largo x ancho) no difiere más de $\pm 2.5\%$ de 200 cm², reportar el incremento de peso de cada espécimen con una aproximación de 0.1 gr. Como el índice inicial de absorción en un minuto.

Si el área del espécimen difiere en más de $\pm 2.5\%$ de 200 cm², se corregirá el peso mediante la ecuación que se indica a continuación, con una aproximación a 0,1g.

$$X = \frac{200 W}{LB}$$

Donde:

X: Diferencia de pesos corregida, sobre la base de 200 cm²

W: Diferencias de pesos del espécimen (gr)

L: Longitud del espécimen (cm)

B: Ancho del espécimen (cm)