

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
TITULADA:

“COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE
LADRILLO – 2 TIPOS DE MORTERO”

AUTOR:

ARTURO ALEJANDRO SÁNCHEZ PANIAGUA

ASESORES:

DR. MIGUEL A. MOSQUEIRA MORENO

ING. JOSÉ L. LEZAMA LEIVA

Cajamarca – Perú

2013

DEDICATORIA

A mis padres, por el camino que transitaron y el gran trabajo que hicieron en su vida, por apoyarme en todo momento, por ser ejemplo de constancia y dedicación, a ustedes por siempre mi corazón y mi gratitud.

Arturo A. Sánchez Paniagua.

AGRADECIMIENTO

A mi Alma Mater y a los docentes que me enseñaron y me ayudaron a transitar el camino de mi formación como Ingeniero Civil.

A mis asesores Dr. Ing. Miguel A. Mosqueira Moreno y el Ing. José L. Lezama Leiva, quienes con sus conocimientos me ayudaron en la realización de éste trabajo; así mismo, al Master Ing. Héctor A. Pérez Loayza por sus sugerencias y revisiones realizadas.

A mi hermano Jiefar Alexis por la motivación e indicaciones brindadas durante el proceso de elaboración de ésta tesis.

A Yasel Alcalde por sus consejos y apoyo incondicional en todo momento que hemos vivido durante éste trabajo.

A mis grandes amigos que siempre están conmigo en las buenas y malas apoyándome, y fueron parte de éste trabajo, en especial para Antonio Tejada y Wilson Mego.

A todas las personas que directa o indirectamente intervinieron en la elaboración del presente trabajo.

Arturo A. Sánchez Paniagua.



INDICE

TÍTULO:

“COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLO – 2 TIPOS DE MORTERO”

	Páginas
ÍNDICE	I
ÍNDICE DE TABLAS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE IMÁGENES	VI
ÍNDICE DE ANEXOS	VII
RESUMEN	VIII
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1.1. ANTECEDENTES	1
1.1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	4
1.3.1. HIPÓTESIS	4
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.5. DELIMITACIONES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.5.1. DELIMITACIONES	5
1.5.2. LIMITACIONES	5
1.6. TIPO DE INVESTIGACIÓN	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	7
2.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL LADRILLO	7
2.1.2. CLASIFICACIÓN POR FINES ESTRUCTURALES	8



2.1.3. LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN	9
2.1.4. PRUEBAS O ENSAYOS	10
2.1.5. ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD	16
2.2. MORTERO	16
2.2.1. DEFINICIÓN	16
2.2.2. COMPONENTES	17
2.2.3. CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES	18
2.2.4. TECNOLOGÍA DEL MORTERO Y CLASIFICACIÓN	18
2.3. LOS PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	21
2.3.1. NORMA E.070 ALBAÑILERÍA CAPÍTULO 5: Resistencia de Prismas de Albañilería	23
2.4. CEMENTO PORTLAND ADICIONADOS (NTP 334.090)	25
2.5. CAL	27
2.5.1. CAL VIVA	27
2.5.2. CAL APAGADA O CAL HIDRATADA	27
2.5.3. CAL AÉREA	28
2.5.4. CAL HIDRÁULICA	28
2.5.5. POR LA CANTIDAD DE IMPURESAS	28
CAPÍTULO III: MATERIALES Y METODOLOGÍA	30
3.1. METODOLOGÍA	30
3.2. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	30
3.3. MATERIALES	31
3.3.1. ARENA MEDIA	31
3.3.2. CEMENTO	31
3.3.3. AGUA	32
3.3.4. CAL	33
3.3.5. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	34
3.4. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS	35
3.4.1. ANÁLISIS FÍSICO – MECÁNICO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	35



3.4.2. ANALISIS DEL AGREGADO	40
3.4.3. MORTERO Y ESPECÍMENES DE MORTERO	42
3.4.4. ELABORACIÓN Y ENSAYO DE PILAS	44
3.4.5. ELABORACIÓN Y ENSAYO DE MURETES	46
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49
4.1.LADRILLOS	49
4.1.1. ENSAYOS CLASIFICATORIOS	50
4.1.2. ENSAYOS NO CLASIFICATORIOS	54
4.1.3. EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS	59
4.2. ARENA MEDIA	61
4.2.1. GRANULOMETRÍA DE LA ARENA MEDIA	61
4.2.2. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ARENA MEDIA	63
4.3.MORTERO	63
4.3.1. DISEÑO DE MORTERO	63
4.3.2. ESPECÍMENES DE MORTERO	68
4.4.PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	69
4.4.1. PILAS	69
4.4.2. MURETES	71
4.4.3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS	72
4.5.ANÁLISIS DE COSTOS	76
4.6.CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	82
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
5.1.CONCLUSIONES	83
5.1.1. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	83
5.1.2. MORTERO	84
5.1.3. PILAS DE ALBAÑILERÍA	84
5.1.4. MURETES DE ALBAÑILERÍA	85
5.1.5. COSTO – BENEFICIO	86
5.2.RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87



INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.	8
Tabla 2.2. Limitaciones en el uso de la Unidad de Albañilería para fines estructurales.	10
Tabla 2.3. Granulometría de la Arena Media.	17
Tabla 2.4. Tipos de Mortero.	18
Tabla 2.5. Proporción para morteros en volumen según Norma E-070.	19
Tabla 2.6. Proporción para morteros en volumen según ASTM C -270.	19
Tabla 2.7. Métodos para determinar f'_m y v'_m .	21
Tabla 2.8. Incremento de f'_m y v'_m por edad.	22
Tabla 2.9. Factores de corrección f'_m por esbeltez.	23
Tabla 2.10. Cementos Portland Requisitos Físicos.	26
Tabla 2.11. Cemento Portland Requisitos Químicos.	26
Tabla 3.1. Límites para Aguas de Consumo Humano (mg/L), según DS. N°031-2010-SA.	32
Tabla 3.2. Características Químicas de la Cal Hidratada COMACSA.	33
Tabla 3.3. Características Físicas de la Cal Hidratada COMACSA.	33
Tabla 4.1. Variabilidad Dimensional de los Ladrillos de Concreto y Ladrillos de Arcilla.	49
Tabla 4.2. Alabeo en Ladrillos de Arcilla.	50
Tabla 4.3. Alabeo en Ladrillos de Concreto.	51
Tabla 4.4. Resistencia a la compresión axial de Ladrillos de Arcilla.	52
Tabla 4.5. Resistencia a la compresión axial de Ladrillos de Concreto.	53
Tabla 4.6. Peso Ladrillos de Arcilla.	54
Tabla 4.7. Peso Ladrillos de Concreto.	54
Tabla 4.8. Contenido de Humedad en Ladrillos de Arcilla.	55
Tabla 4.9. Contenido de Humedad en Ladrillos de Concreto.	55
Tabla 4.10. Succión en Ladrillos de Arcilla.	56
Tabla 4.11. Succión en Ladrillos de Concreto.	56
Tabla 4.12. Absorción en Ladrillos de Arcilla.	57
Tabla 4.13. Absorción en Ladrillos de Concreto.	57



Tabla 4.14. Porcentaje de Ranuras en Ladrillos de Arcilla.	58
Tabla 4.15. Porcentaje de Ranuras en Ladrillos de Concreto.	58
Tabla 4.16. Comparación ensayos clasificatorios entre ladrillo industrial de arcilla y ladrillo artesanal de concreto.	59
Tabla 4.17. Comparación ensayos no clasificatorios entre ladrillo industrial de arcilla y ladrillo artesanal de concreto.	60
Tabla 4.18. Granulometría de la Arena Media.	61
Tabla 4.19. Mortero con Cal.	68
Tabla 4.20. Mortero sin Cal.	68
Tabla 4.21. Comparación de Resistencia a Compresión entre Especímenes de Mortero y Ladrillos.	68
Tabla 4.22. Cálculo de la Resistencia Característica de la Albañilería a Compresión Axial.	69
Tabla 4.23. Cálculo del Módulo de Elasticidad de la Albañilería.	70
Tabla 4.24. Cálculo de la Resistencia Característica de la Albañilería al Corte.	71
Tabla 4.25. Factor de Correlación de los Valores de Resistencia a Compresión Axial.	72
Tabla 4.26. Factor de Correlación de los Valores de Resistencia de la Albañilería al Corte.	73
Tabla 4.27. Factor de Correlación del Módulo de Elasticidad.	73
Tabla 4.28. Comparación de la f'_m y la v'_m según la norma E.070.	74
Tabla 4.29. Comparación de la f'_m y la E_m según la norma E.070.	75
Tabla 4.30. Costos de Materiales Utilizados en la Construcción de Muros de Albañilería.	76
Tabla 4.31. Comparación de Costos de las Combinaciones por $1 m^2$.	81

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Zonas Sísmicas del Perú.	2
Figura 2.1. Cálculo de la variación dimensional de la unidad de albañilería.	12
Figura 2.2. Ensayo de Resistencia a Flexión Estática de la unidad de albañilería.	15

Figura 2.3. Ensayo de compresión diagonal o resistencia a corte puro v'_m .	24
Figura 3.1. Ladrillo Industrial de Arcilla y sus características geométricas.	34
Figura 3.2. Ladrillo Artesanal de Concreto y sus características geométricas.	34
Figura 3.3. Geometría típica de las pilas de concreto y pilas de arcilla, cada pila consta con un capping de yeso de 0.5 cm de espesor y 1 cm de junta de mortero.	45
Figura 3.4. Geometría típica de los muretes de concreto y muretes de arcilla, cada murete tiene un capping de yeso de espesor variable y 1 cm de junta de mortero.	47
Figura 4.1. Gráfica Granulometría de la Arena Media.	62

INDICE DE IMAGENES

Imagen 3.1. Tamizado de la Arena Media.	31
Imagen 3.2. Cemento Pacasmayo Portland Tipo ICo.	31
Imagen 3.3. Medición de las diferentes dimensiones del Ladrillo Industrial de Arcilla y el Ladrillo Artesanal de Concreto.	35
Imagen 3.4. Medición de la concavidad en las caras del Ladrillo Industrial de Arcilla y el Ladrillo Artesanal de Concreto.	36
Imagen 3.5. Ensayo de ladrillos de arcilla y ladrillos de concreto a compresión axial.	37
Imagen 3.6. Pesado de Ladrillos de Arcilla y Ladrillo de Concreto.	37
Imagen 3.7. Pasos para la determinación del Contenido de Humedad de los ladrillos.	38
Imagen 3.8. Pasos para la determinación de la Succión de los ladrillos.	39
Imagen 3.9. Pasos para la determinación de la Absorción de los ladrillos.	39
Imagen 3.10. Pasos para la determinación del Porcentaje de Ranuras.	40
Imagen 3.11. Tamizado de la Arena Media para la determinación del Módulo de Fineza.	41
Imagen 3.12. Procedimiento para el cálculo del contenido de humedad de la arena media.	41
Imagen 3.13. Elaboración de los especímenes de mortero con cal y mortero sin cal.	42



Imagen 3.14. Curado de los especímenes de mortero con cal y sin cal, también la toma de temperatura con termómetro.	43
Imagen 3.15. Proceso del Ensayo a compresión de los especímenes de mortero con cal y sin cal.	43
Imagen 3.16. Pilas de Ladrillos de Arcilla con Cal, Ladrillos de Arcilla sin Cal, Ladrillos de Concreto con Cal y Ladrillos de Concreto sin Cal.	44
Imagen 3.17. Toma de datos del deformímetro en el ensayo de compresión axial a las pilas.	46
Imagen 3.18. Muretes de Ladrillos de Arcilla con Cal, Ladrillos de Arcilla sin Cal, Ladrillos de Concreto con Cal y Ladrillos de Concreto sin Cal.	47

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS 1 DATOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS	88
ANEXOS 2 PANEL FOTOGRÁFICO	148



RESUMEN

SÁNCHEZ PANIAGUA, ARTURO ALEJANDRO (2013). “Comparación de Adherencia entre 2 Tipos de Ladrillos – 2 Tipos de Mortero”. Tesis de Pregrado. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Cajamarca.

El presente estudio de tesis que se realizó en la ciudad de Cajamarca, tuvo como objetivo principal el comparar la adherencia ladrillo – mortero como expresión de sus valores de resistencia a carga axial, resistencia al corte, módulo de elasticidad y además el costo de elaboración de cada muro elaborado con ladrillo industrial de arcilla o el ladrillo artesanal de concreto con el mortero (tipo S o tipo P2) con cal o sin cal; es decir, las siguientes combinaciones: COMBINACIÓN 1 (ladrillo artesanal de concreto con mortero con cal), COMBINACIÓN 2 (ladrillo artesanal de concreto con mortero sin cal), COMBINACIÓN 3 (ladrillo industrial de arcilla con mortero con cal) y COMBINACIÓN 4 (ladrillo industrial de arcilla con mortero sin cal). Para lograr ésta comparación se utilizó con lo que respecta a la unidad de albañilería los ladrillos de arcilla industrial y el ladrillo de concreto, ambos considerados de tipo sólido y tipo IV según su resistencia; y en lo que respecta a los morteros se utilizó mortero con cal y mortero sin cal, con las proporciones que se especifican en el desarrollo de la tesis. Para determinar las características físico-mecánicas de los prismas y materiales que se utilizaron, se realizaron los siguientes ensayos y evaluaciones: variables de forma individual: (a) Peso, (b) Absorción, (c) Succión, (d) Alabeo, (e) Variación Dimensional, (f) Resistencia Característica a la Compresión; y de la forma colectiva: (a) Resistencia a la Compresión Axial y (b) Resistencia a la Compresión Diagonal, así mismo se evaluó el costo de todas las combinaciones. Después de analizar los datos se concluyó que la mayor adherencia y menor costo para su elaboración fue la COMBINACIÓN 1 (ladrillo artesanal de concreto con mortero con cal), con los valores de $v'_c = 10.49 \text{ Kg/cm}^2$, $f'_m = 109.27 \text{ Kg/cm}^2$ y $E_m = 58154.00 \text{ Kg/cm}^2$, siendo ésta la mejor opción de todas las demás combinaciones.



CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. ANTECEDENTES

Actualmente, Cajamarca presenta un elevado crecimiento demográfico, un cambio socio – económico y la migración del campo a la ciudad; provocando que la población requiera de espacios para poder habitar y desarrollarse, construyendo así viviendas de albañilería de material noble y de adobe, con respecto a viviendas de material noble se viene utilizando como materiales principales de construcción cemento, acero y ladrillos.

Según el estudio realizado por los Bachilleres Enrique Javier Tafur Sarmiento y Víctor Humberto Narro De los Ríos en su tesis titulada "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA" se recabo información del estado de las viviendas en Cajamarca y se concluyó que el 69% presentan alta vulnerabilidad sísmica, esto debido también al material utilizado para las construcciones de la zona.

En la ciudad de Cajamarca durante los últimos años en el centro y alrededores de la ciudad, se vienen utilizando principalmente el ladrillo artesanal de arcilla y en menor cantidad de construcciones el ladrillo industrial de arcilla y el ladrillo artesanal de concreto; de la misma manera, el mortero para asentar estos ladrillos son de diferentes materiales como: cemento – arena y cemento – cal – arena, estos también en diferentes proporciones según normas o experiencia del constructor.

Es sabido que el ladrillo artesanal de arcilla debido a su bajo costo es utilizado en la mayoría de edificaciones en la ciudad de Cajamarca. En consecuencia, no se toma en consideración por la población Cajamarquina las demás opciones de ladrillos de albañilería, como es el ladrillo industrial de arcilla y el ladrillo artesanal de concreto como opciones de construcción segura y de bajo costo.

1.1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ciudad de Cajamarca y alrededores se encuentra ubicada en la zona 3, considerada de alta sismicidad, lo que indica que el riesgo de ocurrencia de un sismo es latente, según las investigaciones hechas de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico indican que estos valores son altos en la ciudad de Cajamarca. (NTP – E.030)

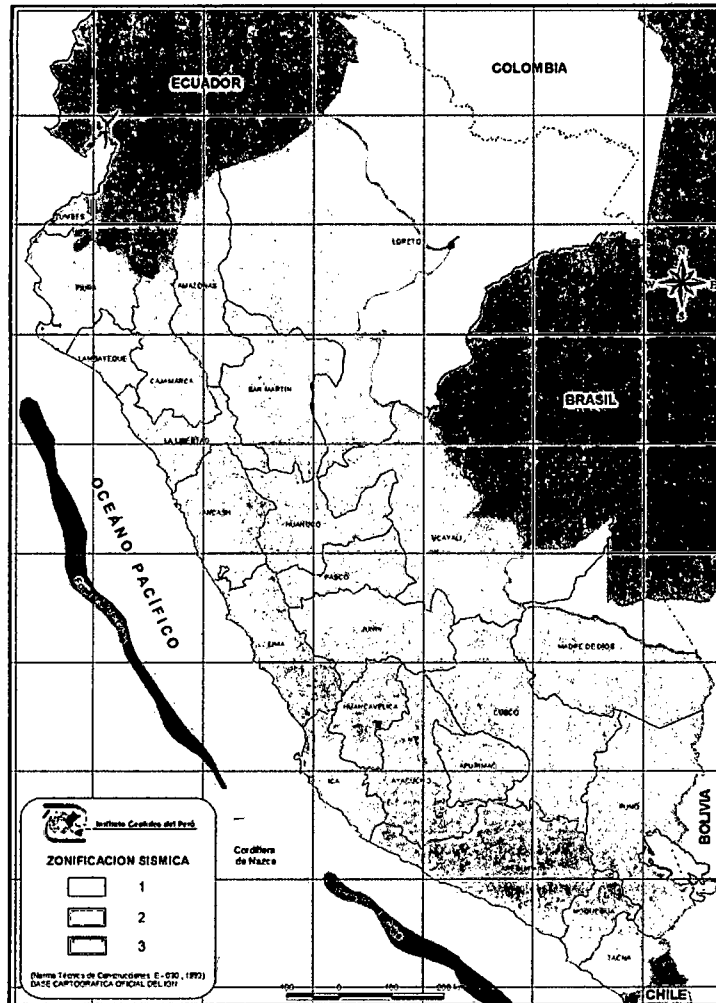


Figura 1.1. Zonas Sísmicas del Perú.

Uno de los factores de riesgo, son los materiales utilizados para la construcción de edificaciones, debido a esto en la ciudad de Cajamarca, se debería de construir con materiales que cumplan con normas y especificaciones técnicas, pero como se puede apreciar en la ciudad de Cajamarca, la población construye sus viviendas teniendo en cuenta su economía, pero no tiene en cuenta la seguridad ni la calidad de los materiales en sus construcciones.



Específicamente en lo que respecta a la albañilería, el material más utilizado en las construcciones, es el ladrillo artesanal de arcilla debido a su precio y accesibilidad, el cual; además, no cumple con las normativas nacionales. **(Bach. Enrique Javier Tafur Sarmiento y Víctor Humberto Narro, Tesis: “Estudio de la Vulnerabilidad de Viviendas en la Ciudad de Cajamarca”)**

Esto se debe a que la población desconoce las ventajas y los beneficios que pueden ofrecer otros tipo de ladrillos como el ladrillos industrial de arcilla y el ladrillo artesanal de concreto, la utilización del mortero con cal y mortero sin cal y las combinaciones que puedan salir entre éstas y que puedan ofrecer una mejor calidad en lo que respecta a sus características, dentro de estas la adherencia entre ladrillo mortero.

1.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Esta investigación se precisa mediante la siguiente interrogante:

¿Cuál muro hecho con ladrillo industrial de arcilla o ladrillo artesanal de concreto con los morteros con cal o sin cal (Tipo S o Tipo P2), es el que presenta mayor adherencia?

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Esta tesis se justifica por lo siguiente:

- a. La necesidad de construir edificaciones con materiales que tengan mayor resistencia y que sean producidas o comercializadas en la zona.
- b. La necesidad de determinar cuál sería la mejor opción de construcción en términos de albañilería con la utilización del ladrillo industrial de arcilla y el ladrillo artesanal de concreto.
- c. Optimizar la utilización de materiales en cuanto a la construcción de muros para lograr un mejor comportamiento estructural.
- d. La optimización de costos en las construcciones de albañilería, específicamente en la utilización de ladrillo industrial de arcilla y ladrillo artesanal de concreto.



1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. HIPÓTESIS

La albañilería hecha con ladrillo artesanal de concreto y el mortero tipo S o tipo P2 con cal de proporción 1:1/2:4 va presentar mayor adherencia, que las hechas con ladrillo industrial de arcilla con mortero con cal, ladrillo industrial de arcilla con mortero sin cal y el ladrillo artesanal de concreto con mortero sin cal.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar cuál muro de albañilería elaborado con ladrillo industrial de arcilla o el ladrillo artesanal de concreto con el mortero (tipo S o tipo P2) con cal o sin cal presenta mayor adherencia y menor costo.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Determinar los valores de la Resistencia Característica a la Compresión Axial (f'_m), el Módulo de Elasticidad de la Albañilería (E_m), los valores de la Resistencia Característica de la Albañilería al Corte (v'_m) y comparar todos éstos valores con lo establecido en la NTP – E.070.
- b. Hallar los valores a compresión de los especímenes de mortero y realizar la comparación con la resistencia de las unidades de albañilería.
- c. Determinar las propiedades físico – mecánicas del ladrillo industrial de arcilla, el ladrillo artesanal de concreto, la granulometría de la arena media y verificar si cumple con lo establecido en la NTP – E.070.
- d. Realizar el Costo Unitario y el costo de $1 m^2$ de las combinaciones de muros de albañilería elaborados y determinar el costo-beneficio de cada una de las combinaciones.



1.5. DELIMITACIONES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. DELIMITACIONES

Las delimitaciones que presenta la tesis son, los materiales a utilizar como el agregado y las unidades de albañilería son comercializadas en el distrito de Cajamarca y alrededores.

La investigación se ha realizado en el año 2013, por lo que la información obtenida de parte de las personas colaboradoras y en cuanto a diversos aspectos como, el uso de mano de obra, materiales, costos, corresponden a este periodo de tiempo; la cual, puede variar en los próximos años.

Para el presente trabajo de tesis se han tomado solamente 2 tipos de ladrillos: el ladrillo industrial de arcilla y el ladrillo artesanal de concreto, los morteros son, el primero con cal en proporción 1: 1/2: 4 y el segundo sin cal de proporción 1: 4 (tipo P2 o tipo S) y la junta con espesor de 1 cm, por lo que no se han visto muchas variables como el cambio de espesor de junta y las demás proporciones de mortero.

Se usarán solamente ladrillos TIPO IV sólidos; es decir, con porcentaje de ranuras menor al 30 % y con una resistencia mayor o igual a 130 Kg/cm^2 .

No se realizará un modelamiento estructural con los valores obtenidos ya que esto ahondaría y extendería la tesis.

El tesista no ha agotado todas las fuentes bibliográficas existentes sobre el tema de investigación que se hayan desarrollado en el extranjero, ya sea por falta de recursos o por el escaso conocimiento de idiomas extranjeros.

1.5.2. LIMITACIONES

La zona sísmica en la que se encuentra la ciudad de Cajamarca es Zona Sísmica 3 y que según la Norma E.070 se deben utilizar los ladrillos tipo sólido y los tipos IV o V obligatoriamente para más de 2 pisos.



Al elaborar las pilas y muretes se trató de que las juntas tuvieran el espesor especificado pero la calidad de mano de obra influye en los espesores especificados, mostrando variaciones.

Los diferentes ensayos, fueron realizados con los equipos y herramientas que se encuentran en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca.

En los ensayos de carga axial para las pilas, en la toma de deformaciones fue de manera visual y con la ayuda de un deformímetro de 0.01 *mm* de precisión por lo que existe un margen de error, en el ensayo de compresión diagonal en el marco la carga presenta una excentricidad en la aplicación de la carga.

1.6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Al tratar de obtener los datos de los prismas mediante ensayos establecidos y normados; y al mismo tiempo, realizar las comparaciones entre las diferentes combinaciones se trata de un tipo de investigación experimental-comparativa.



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

2.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL LADRILLO:

Se denomina ladrillo a la 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.

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.

Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.

San Bartolomé al referirse a estas unidades manifiesta que a nivel internacional, se clasifican por el porcentaje de huecos (alveolos o perforaciones) que tienen en su superficie de asentado y por la disposición que estos tengan. Esta clasificación es de la siguiente manera.

a. Unidades solidas o macizas.

Son las que no tienen huecos o, en todo caso, presentan alveolos o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento que cubren un área no mayor al 25 % del área de la sección bruta. Sin embargo, los experimentos indican que es posible emplear unidades hasta con 30 % de vacíos, más allá del cual su comportamiento se toma muy frágil. Estas unidades se emplean para la construcción de muros portantes.

b. Unidades huecas.

Son aquellos donde el área neta (en la cara de asiento) es menor al 75 % del área bruta. En esta categoría clasifican los bloques de concreto vibrado (empleados en la albañilería armada) y también, las unidades con muchas perforaciones.

c. Unidades tubulares.

Son las que tienen sus alveolos o perforaciones dispuestos en forma paralela a la superficie de asiento; en este tipo clasifican los ladrillos panderetas, utilizados en los tabiques.

2.1.2. CLASIFICACIÓN POR FINES ESTRUCTURALES:

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en MPa (kg/cm^2) área neta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17.6 (180)
Bloque $P^{(1)}$	±4	±3	±2	4	4.9 (50)
Bloque $P^{(2)}$	±7	±6	±4	8	2.0 (20)

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

Fuente: Norma Técnica E.070



Las cinco clases de ladrillos de la tabla anterior son descritas por San Bartolomé [1994], de la siguiente manera:

Tipo I: Estos ladrillos tienen una resistencia y durabilidad muy baja; son aptos para ser empleados bajo condiciones de exigencias mínimas (viviendas de 1 o 2 pisos), evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo.

Tipo II: En esta categoría clasifican los ladrillos de baja resistencia y durabilidad; son aptos para usarse bajo condiciones de servicio moderadas (no deben estar en contacto directo con la lluvia, suelo o agua).

Tipo III: Son ladrillos de mediana resistencia y durabilidad, aptos para emplearse en construcciones expuestas bajo condiciones de intemperismo.

Tipo IV: Estos ladrillos son de alta resistencia y durabilidad; aptos para ser utilizados bajo condiciones de servicio rigurosas. Pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo moderado, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua.

Tipo V: Tienen una resistencia y durabilidad elevada; son aptos para emplearse en condiciones de servicio muy rigurosas, pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo similares al Tipo IV.

2.1.3. LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN:

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2.2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismo-resistente.

Tabla 2.2. Limitaciones en el uso de la Unidad de Albañilería para fines estructurales.

TIPO	ZONA SISMICA 2 Y 3		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
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

* 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.

Fuente: Norma Técnica E.070

2.1.4. PRUEBAS O ENSAYOS:

Sobre las propiedades de las unidades expresa lo siguiente: conocer las propiedades es necesario básicamente para tener una idea sobre la resistencia de la albañilería, así como de su durabilidad ante el intemperismo. Sin embargo, no puede afirmarse que la mejor unidad proporcione necesariamente la mejor albañilería. Las propiedades de la unidad que están asociadas con la resistencia de la albañilería son:

- Resistencia a la Compresión y Tracción. (NTP 399.604 y NTP 399.615)
- Variabilidad Dimensional y Alabeo (NTP 339.613 y 399.604)
- Succión. (NTP 399.604 y NTP 339.613)



Las propiedades de la unidad que están relacionadas con la durabilidad de la albañilería son:

- Resistencia a la Compresión y Densidad. (NTP 399.604)
- Eflorescencia, Absorción y Coeficiente de Saturación. (NTP 399.604)

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 NTP 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.

San Bartolomé, respecto a la Resistencia a la Compresión expresa que esta prueba se realiza aplicando sobre las unidades la carga vertical a una velocidad de desplazamiento entre los cabezales de la máquina de ensayos de 1.25 mm/min ; o, en todo caso, se controla la velocidad de carga de manera que se llegue a la rotura en unos 3 a 5 minutos. La resistencia unitaria se expresa como el valor de la carga de rotura dividida entre el área bruta (unidades sólidas) o entre el área neta (unidades huecas). De acuerdo a la Norma NTP 331.019, para clasificar a la unidad por su resistencia (f'_b), el resultado promedio de los ensayos menos una desviación estándar debe ser mayor al límite inferior especificado por dicha Norma.

Debe hacerse notar que la resistencia a compresión (f'_b) expresa sólo la calidad de la unidad empleada, ensayada bajo las mismas condiciones (por ejemplo, a mayor resistencia se obtendrá una mejor durabilidad). Esto se debe a que el valor f'_b depende de la altura de la probeta (a menor altura, mayor resistencia), del capping

empleado y de la restricción al desplazamiento lateral impuesto por los cabezales de la máquina de ensayos (acción de confinamiento transversal a la carga aplicada).

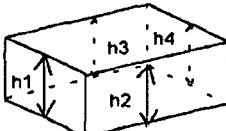
c. Variación Dimensional:

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.

San Bartolomé, se refiere a la Variación Dimensional de la siguiente manera: "esta prueba es necesaria efectuarla para determinar el espesor de las juntas de la albañilería (4 mm más dos veces la desviación estándar, en mm, correspondiente a la variación en la altura de las unidades, debiéndose emplear como mínimo un espesor de 10 mm). Debe hacerse notar que por cada incremento de 3 mm en el espesor de las juntas horizontales (adicionales al mínimo requerido de 10 mm), la resistencia a compresión de la albañilería disminuye en 15 %; asimismo, disminuye la resistencia al corte".

La manera como se calcula la Variación Dimensional (V, en porcentaje) según la Norma Técnica Peruana:

- La dimensión de cada arista del espécimen ($D = L, b, h$) se toma como el promedio de 4 medidas (en mm) en la parte media de cada cara.
- En seguida, por cada arista, se calcula el valor promedio (D_p) de toda la muestra; este valor se resta de la dimensión especificada por el fabricante (D_e) y luego se divide entre "De".

$$V (\%) = 100 (D_e - D_p) / D_e$$


altura de una unidad =
 $h = (h1 + h2 + h3 + h4) / 4$

Figura 2.1. Cálculo de la variación dimensional de la unidad de albañilería.

Sin embargo, probabilísticamente, es mejor relacionar la variación dimensional con la dispersión de resultados respecto al valor promedio, de la siguiente manera:

$$V(\%) = 100 \left(\frac{\sigma}{D_p} \right), \text{ donde } \sigma = \frac{\sqrt{\sum (D_i - D_p)^2}}{(N - 1)} = \text{desviación estandar}$$

Dónde: D_i = valor individual de la muestra

N = numero total de datos

d. Alabeo:

Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.

San Bartolomé, expresa que el mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad.

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

e. Absorción:

Los ensayos de absorción se hacen de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

San Bartolomé, expresa lo siguiente con respecto a Succión (S) Absorción (A) Absorción Máxima (A_m) Coeficiente de Saturación (CS) y Densidad (O):

La densidad (O) está relacionada directamente con la resistencia a compresión, y para su evaluación se usa el principio de Arquímedes. Por otro lado, el coeficiente de saturación (CS) es una medida de la durabilidad de la unidad.



La prueba para hallar D y CS permite además determinar en simultáneo el área neta (A_n), la succión (S) y la absorción (A, A_m) de la unidad.

Para el cálculo de S, A, A_m y O , se emplean las unidades enteras provenientes del ensayo de alabeo y de variación dimensional. Se calcula (en el orden mostrado) los siguientes pesos en cada espécimen:

$P_0 =$ *Peso (gr) en estado natural.*

$P_1 =$ *Peso (gr) de la unidad secada en un horno a $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$*

$P_2 =$ *Peso (gr) de la unidad, luego de haber sumergido su cara de asiento en una película de agua de 3 mm durante 1 minuto.*

$P_3 =$ *Peso (gr) de la unidad saturada, luego de haber estado 24 horas en una poza de agua fría.*

$P_4 =$ *Peso (gr) de la unidad completamente saturada, luego de haber estado durante 5 horas en agua en ebullición.*

$P_5 =$ *Peso (gr) de la unidad en estado de inmersión total en agua fría.*

Luego, se calculan los siguientes valores, para después promediarlos en toda la muestra:

$$\text{Humedad Natural} = H_n (\%) = 100((P_0 - P_1)/P_1)$$

$$\text{Succión (gr/200 cm}^2\text{-min)} = 200(P_2 - P_1)/\text{Área de la cara de asiento}$$

$$\text{Absorción} = A (\%) = 100((P_3 - P_1)/P_1)$$

$$\text{Absorción Máxima} = A_m (\%) = 100((P_3 - P_1)/P_1)$$

$$\text{Coeficiente de Saturación} = CS = A/A_m$$

$$\text{Volumen (cm}^3\text{)} = V = P_4 - P_5$$

$$\text{Área Neta} = A_n = V/h \quad , \text{ donde: } h = \text{altura promedio}$$

$$D \text{ (gr/cm}^3\text{)} = P_1/V$$

Debe recalcar que las unidades deben tener una succión comprendida entre 10 y 20 $gr/200\text{ cm}^2 - min$, antes de asentarlas. Por otro lado, las unidades con coeficientes de saturación (CS) mayores que 0.85, son demasiados absorbentes (muy porosas) y por lo tanto, poco durables. Finalmente, se aconseja que la absorción no sobrepase de 22 %.

f. Resistencia a Flexión Estática (f'_t) o Módulo de Ruptura:

Al igual que la resistencia a compresión, f'_t sólo constituye una medida de la calidad de la unidad. Su evaluación debería realizarse cuando se esté en la incertidumbre de utilizar una unidad Tipo IV o V, o cuando se tenga un alto alabeo que puede conducir a la unidad a una falla de tracción por flexión.

La técnica de ensayo empleada consiste en someter la unidad a la acción de una carga concentrada (al centro) creciente, a una velocidad de desplazamiento entre los cabezales de la máquina de ensayos de 1.25 mm/min ; luego se calcula f'_t mediante la aplicación de la fórmula de flexión simple de resistencia de materiales:

$$f'_t = \frac{My}{L} = \frac{3PL}{2bh^2} \quad b = \text{ancho de la unidad} \quad y = \frac{h}{2}$$

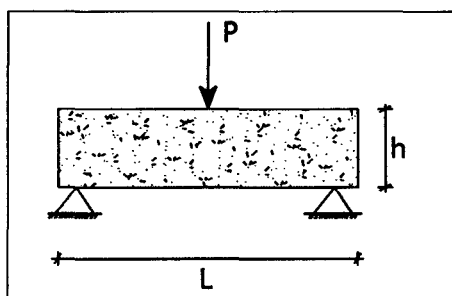


Figura 2.2. Ensayo de Resistencia a Flexión Estática de la unidad de albañilería.



2.1.5. 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 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 sílice calcáreas no será mayor que 22 %. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12 % de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15 %.
- c. El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.
- d. La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- 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 no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- g. La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

Fuente: Norma Técnica E.070

2.2. MORTERO

2.2.1. 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.

2.2.2. COMPONENTES:

- a. Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:
 - Cemento Portland o cemento adicionado normalizado y cal hidratada normalizada de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.
- b. El agregado fino será arena gruesa 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 proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

Tabla 2.3. Granulometría de la Arena Media.

MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4.75 mm)	100
N° 8 (2.36 mm)	95 a 100
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0.15 mm)	2 a 15
N° 200 (0.075 mm)	Menos de 2

Fuente: Norma Técnica E.070

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

2.2.3. 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). Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas en la siguiente Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Tipos de Mortero.

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

- 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 el Artículo 6 (6.2a), se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla 4.

Fuente: Norma Técnica E.070

2.2.4. TECNOLOGÍA DEL MORTERO Y CLASIFICACIÓN

La función principal del mortero en la albañilería es adherir las unidades corrigiendo las irregularidades que la misma tiene, así como sellar las juntas contra la penetración del aire y de la humedad.

El mortero básicamente está compuesto por cemento portland tipo I, cal hidratada normalizada, arena media y agua. El cemento y la cal funcionan como aglomerantes, mientras que la arena es un agregado.

La función del cemento es proporcionar resistencia a la mezcla, en tanto que la cal le proporciona trabajabilidad y retentividad (evita que el agua se evapore rápidamente).

La función de la arena es proporcionar estabilidad volumétrica a la mezcla, permitiendo el asentado de varias hiladas en una jornada de trabajo; adicionalmente, la arena atenúa la contracción por secado, por lo que se recomienda no usar arena fina y lavar la arena gruesa si ella tuviese mucho polvo. La función del agua es proporcionar trabajabilidad a la mezcla, así como hidratar al cemento.

La NTP – E.070 especifica las proporciones volumétricas de la mezcla, clasificándola con las siglas "P" para su empleo en muros portantes y "NP" para los muros no portantes; en ambos casos, se deja como alternativa emplear cal en el mortero. Esto se observa en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Proporción para morteros en volumen según NTP – E.070.

Tipo	Cemento	Cal	Arena
P1-C	1	1	4
P2-C	1	1	5
NP-C	1	1	6
P1	1	-	4
P2	1	-	5
NP	1	-	6

Fuente: Norma Técnica E.070

Es necesario señalar que la norma ASTM C-270 especifica 2 tipos de mortero (M y S) para la construcción de los muros portantes, de manera que el volumen de arena este comprendido entre 2 ¼ y 3 veces de los volúmenes de los aglomerantes (cemento y cal). Como se observa en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6. Proporción para morteros en volumen según ASTM C -270.

TIPO	Cemento	Cal	Arena
M	1	¼	2.8 a 3.8
S	1	¼ a ½	2.8 a 4.5

Fuente: ASTM C-270



En cuanto a la adherencia unidad-mortero, ésta se logra cuando los solubles del cemento son absorbidos por la unidad, cristalizándose (como agujas) en sus poros. La adherencia se ve favorecida cuando el mortero penetra en las perforaciones y rugosidades de la unidad, formando una especie de llave de corte entre las hiladas; al respecto, ensayos realizados sobre muretes sujetos a compresión diagonal, indicaron que cuando el mortero se compactó especialmente en cada una de las 18 perforaciones de la unidad (cosa que no es posible realizar en obra), la resistencia al corte se incrementó en 50%.

Por otro lado, es necesario que el mortero se extienda sobre toda la superficie (vertical y horizontal) de la unidad por asentar, para lo cual debe ser trabajable. Una forma práctica de comprobar la extensión del mortero consiste en pegar dos unidades y separarlas después de un minuto, deberá observarse que el mortero cubra toda la superficie de la unidad superior. Por lo expuesto, es necesario que la unidad tenga una succión adecuada al instante de asentarla, de manera que su superficie se encuentre relativamente seca (para que absorba el cementante del mortero) y su núcleo esté saturado, de modo que la misma unidad sirva para curar al mortero (evita que se agriete al secarse). En las unidades que deban asentarse en seco (bloques de concreto y ladrillos sílico-calcáreos), se recomienda adicionar $1/2$ volumen de cal hidratada y normalizada, para así mejorar la retentividad del mortero.

La Consistencia (Temple o Fluidez) se define como la capacidad que tiene la mezcla de poder discurrir (fluir), o de ser trabajable con el badilejo; en tanto que la retentividad se define como la capacidad que tiene la mezcla para mantener su consistencia, o de continuar siendo trabajable después de un lapso de tiempo.

2.3. LOS PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

Especificaciones generales

La resistencia de la albañilería a compresión axial (f'_m) y a corte (v'_m) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7. Métodos para determinar f'_m y v'_m .

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MA DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
(f'_m)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
(v'_m)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.

B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 y 399.621.

Fuente: Norma Técnica E.070

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 2, f'_m será verificado con ensayos de tres pilas por cada $500 m^2$ de área techada y v'_m con tres muretes por cada $1000 m^2$ de área techada.
- b. Cuando se construyan conjuntos de tres o más pisos en las zonas sísmicas 3 y 2, f'_m será verificado con ensayos de tres pilas por cada $500 m^2$ de área techada y v'_m con tres muretes por cada $500 m^2$ de área techada.

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. Cuando se trate de albañilería con unidades alveolares que irán llenas con concreto líquido, los alvéolos de las unidades de los prismas y muretes se llenarán con concreto líquido.

Cuando se trate de albañilería con unidades alveolares sin relleno, los alvéolos de las unidades de los prismas y muretes quedarán vacíos.

Los prismas tendrán un refrendado de cemento-yeso con un espesor que permita corregir la irregularidad superficial de la albañilería. 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 2.8.

Tabla 2.8. Incremento de f'_m y v'_m por edad.

Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1.15	1.05
	Bloques de concreto	1.25	1.05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1.10	1.00

Fuente: Norma Técnica E.070

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.

El valor de v'_m para diseño no será mayor de $0.319\sqrt{f'_m} \text{ MPa}$ ($\sqrt{f'_m} \text{ Kg/cm}^2$).

El valor f'_m se obtiene contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9. Factores de corrección f'_m por esbeltez.

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Fuente: Norma Técnica E.070

2.3.1. NORMA E-070 ALBAÑILERÍA CAPÍTULO 5: Resistencia de Prismas de Albañilería

Artículo 5.1.1 y 5.1.2

El artículo 5.1.1 aplica a una edificación individual, donde de acuerdo a su número de pisos y ubicación sísmica, no es obligatorio realizar ensayos de prismas de albañilería (caso A en la de Métodos para Determinar f'_m y v'_m , Tabla 2.2), sino que se puede recurrir a la Tabla de Resistencias Características de la Albañilería de esta Norma o a la experiencia del proyectista estructural, para determinar la resistencia de la albañilería. En cambio, el artículo 5.1.2 de la Norma E-070 aplica a conjuntos residenciales unifamiliares o multifamiliares, donde es obligatorio realizar el ensayo de los prismas, antes y durante la construcción de esas edificaciones.

Los prismas de albañilería (pilas y muretes) son pequeños especímenes cuyos ensayos de compresión axial y diagonal, permiten determinar la resistencia a compresión (f'_m) y a corte puro (v'_m), respectivamente, de la albañilería. Además, si se instrumentase adecuadamente a estas probetas, podrá obtenerse el módulo de elasticidad (E_m) del ensayo de las pilas y el módulo de corte (G_m) del ensayo de los muretes.

Artículo 5.1.3 y 5.1.4

Mediante las especificaciones 5.1.3 y 5.1.4 se trata que los prismas de albañilería representen de la mejor manera posible las condiciones reales con que la edificación será construida. El tamaño los prismas es mínimo, con el objeto de poderlos manipular tanto en el transporte hacia un laboratorio como en el montaje sobre los dispositivos de ensayo. Se recomienda que las pilas consten de por lo menos 3 hiladas y que el lado el murete cuadrado sea de por lo menos 60cm, a fin de obtener resultados representativos.

Artículo 5.1.6

Los experimentos indican que los prismas ensayados a una edad menor de 14 días presentan una forma de falla distinta a la alcanzada en su edad nominal (28 días). Por ello, los prismas de poca edad no son representativos.

Artículo 5.1.7

La resistencia a compresión axial de cada pila (f'_m), se obtiene dividiendo la carga de rotura entre el área bruta de la unidad de albañilería (hueca o sólida), mientras que la resistencia a la tracción diagonal o al corte puro de un murete (v'_m) se determina dividiendo la carga diagonal de rotura entre el área bruta de la diagonal cargada (" $D t$ " en la Figura 2.3), que es lo mismo que dividir la carga diagonal proyectada en la dirección de las hiladas entre el área bruta de la hilada (" $L t$ ") en muretes cuadrados.

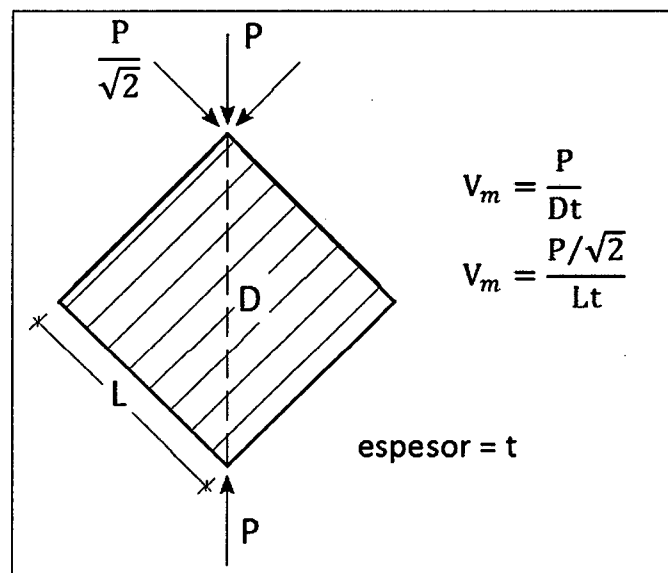


Figura 2.3. Ensayo de compresión diagonal o resistencia a corte puro v'_m .

Artículo 5.1.8

Cabe la posibilidad que el ensayo de compresión diagonal sobre muretes proporcione una resistencia superior al límite máximo especificado en:

$$v'_m \leq 0.319\sqrt{f'_m} * MPa(\sqrt{f'_m} Kg/cm^2)$$



Sin embargo, con fines conservadores, el valor de v'_m que se adopte en el diseño estructural no deberá superar dicho límite, debido a que no se cuenta aún con el suficiente respaldo experimental que permita correlacionar la resistencia de aquellos prismas con los respectivos muros a escala natural.

Cabe destacar que la falla ideal de las pilas de albañilería es una grieta vertical que corta unidades y mortero, producida por tracción debida a la expansión lateral causada por la compresión aplicada; en cambio, las fallas por trituración de la unidad son indeseables por ser muy frágiles y explosivas, esta falla se presenta por lo general cuando se utiliza unidades huecas.

Por otro lado, el grado de optimización que se obtenga en la adherencia entre la unidad y el mortero se refleja en los ensayos de compresión diagonal de los muretes. Así, por ejemplo, cuando la adherencia es óptima, la falla atraviesa tanto a la unidad como al mortero, lográndose maximizar la resistencia a fuerza cortante; en cambio, cuando no se ha logrado optimizar la adherencia unidad-mortero la falla es escalonada a través de las juntas. Cabe destacar que los ensayos de compresión axial y diagonal, indican además, a través de la dispersión de resultados, la calidad de la mano de obra y de los materiales utilizados. Cuando esta dispersión (desviación estándar dividida entre el resultado promedio) excede de 30%, habrá que corregir la mano de obra o utilizar otros materiales.

2.4. CEMENTOS PORTLAND ADICIONADOS (NTP 334.090)

Los cementos portland adicionados tienen la siguiente conformación:

CLINKER + YESO + ADICION MINERAL

ADICIÓN MINERAL: Materiales inorgánicos que se incorporan al cemento o al concreto, con el fin de mejorar sus propiedades. Las principales adiciones son las siguientes:

- ✓ PUZOLANAS
- ✓ ESCORIA DE ALTO HORNO
- ✓ FILLERS

Tabla 2.10. Cemento Portland Requisitos Físicos.

REQUISITOS FÍSICOS	TIPO I	TIPO II	TIPO V	TIPO MS	IP, I(PM), ICo
NORMA ASTM	ASTM C150	ASTM C150	ASTM C150	ASTM C1157	ASTM C1157
NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 334.009	NTP 334.009	NTP 334.009	NTP 334.082	NTP 334.090
Resistencia a compresión					
3 días (Kg/cm^2 , mín)	120	100	80	100	130
7 días (Kg/cm^2 , mín)	190	170	150	170	200
28 días (Kg/cm^2 , mín)	280*	280*	210	280*	250
Tiempo de Fraguado, mín.					
Inicial, mín.	45	45	45	45	45
Final, máx.	375	375	375	420	420
Calor de Hidratación					
7 días (KJ/Kg , máx).	-	290*	-	-	290*
28 días (KJ/Kg , máx)	-	-	-	-	330*

* Requisito opcional

Fuente: Cementos Pacasmayo

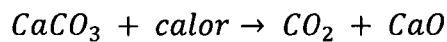
Tabla 2.11. Cemento Portland Requisitos Químicos.

REQUISITOS FÍSICOS	TIPO I	TIPO II	TIPO V	TIPO MS	IP, I(PM), ICo
NORMA ASTM	ASTM C150	ASTM C150	ASTM C150	ASTM C1157	ASTM C1157
NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 334.009	NTP 334.009	NTP 334.009	NTP 334.082	NTP 334.090
Óxido de Magnesio (MgO), máx., %	6,0	6,0	6,0	-	6,0
Trióxido de azufre (SO_3), máx., %	3,5	3,0	2,3	-	4,0
Pérdida por ignición, máx., %	3,0	3,0	3,0	-	8,0
Aluminato tricálcico (C_3A), máx., %	-	8	5	-	-

Fuente: Cementos Pacasmayo

2.5. CAL

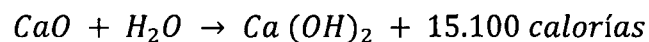
Es el producto resultante de la descomposición por el calor de las rocas calizas. Si éstas son puras y se calientan a temperatura superior a $900^{\circ}C$, se verifica la siguiente reacción:



El carbonato cálcico $CaCO_3$ se descompone, dando anhídrido carbónico CO_2 que es gaseoso y se desprende junto con los humos del combustible y el óxido de calcio CaO . En ese estado se denomina Cal Viva (óxido de calcio) y se apaga sometiéndola al tratamiento de agua, se le llama Cal Apagada (hidróxido de calcio). (Mazzocchi L., "Cales y cementos")

2.5.1. CAL VIVA:

Es un producto sólido, de color blanco, amorfo aparentemente, pues cristaliza en el sistema regular, según sea cocida a baja o alta temperatura, respectivamente; inestable, por tener gran avidez para el agua, con la que reacciona de la siguiente manera:



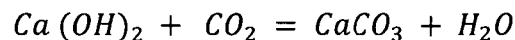
Produciéndose hidróxido cálcico $Ca(OH)_2$ o cal apagada, desprendiéndose calor, elevándose la temperatura a unos $160^{\circ}C$, pulverizándose y aumentando considerablemente de volumen aparente. (Mazzocchi L., "Cales y cementos")

2.5.2. CAL APAGADA O CAL HIDRATADA:

El hidróxido cálcico es un cuerpo sólido, blanco, amorfo, polvoriento, de un color blanco (agua de cal o lechada), y en mayor cantidad forma con el agua una pasta muy trabada, fluida y untuosa, llamada cal apagada. La Cal Hidratada es el nombre comercial a la especie química de hidróxido de calcio, la cal hidratada en pasta tiene la propiedad de endurecerse lentamente en el aire, enlazando los cuerpos sólidos, por lo cual se emplea como aglomerante. (Mazzocchi L., "Cales y cementos")

2.5.3. CAL AÉREA:

Es aquella cal que endurece solamente en el aire es decir en presencia del CO_2 , este endurecimiento recibe el nombre de fraguado, y es debido primeramente a una desecación por evaporación del agua con la que se formó la pasta, y después, a una carbonatación por absorción del anhídrido carbónico del aire:



Formándose carbonato cálcico y agua, reconstituyendo la caliza de que se partió. Esta reacción es muy lenta, pues empieza a las veinticuatro horas de amasar la pasta y termina al cabo de los seis meses, por lo que las obras en que se emplea tardan mucho en secarse y adquirir la solidez definitiva.

Se verifica sólo en aire seco; en el húmedo, con mucha dificultad, y no se realiza dentro del agua, pues la disuelve, no sirviendo para obras hidráulicas.

Por otro lado, al fraguar experimenta una contracción o disminución de volumen, que unida a la que experimenta por el peso propio de la obra, produce asientos y grietas. (Mazzocchi L., "Cales y cementos")

2.5.4. CAL HIDRÁULICA:

Cal compuesta principalmente de hidróxido de calcio, silica (SiO_2) y alumina (Al_2O_3) o mezclas sintéticas de composición similar. Tiene la propiedad de fraguar y endurecer incluso debajo del agua. Proceden de la calcinación de calizas que contienen más del 5% de arcilla; dan un producto que reúne, además de las propiedades de las cales grasas, la de poderse endurecer y consolidar en sitios húmedos y debajo del agua. (Mazzocchi L., "Cales y cementos")

2.5.5. POR LA CANTIDAD DE IMPURESAS:

Las calizas naturales casi nunca son la especie química carbonato de calcio, pues le acompañan otros cuerpos como la arcilla, magnesia, hierro, azufre, álcalis y materias orgánicas, las cuales al calcinarse, de no volatilizarse, comunican a la cal propiedades que dependen de la proporción en que entran a formar parte en la piedra caliza y se clasifican en cales grasas, magras e hidráulicas.



CAL GRASA: Si la caliza primitiva contiene hasta un 5% de arcilla, la cal que se produce al calcinarse se le denomina cal grasa y al apagarse da una pasta fina trabada y untuosa, blanca, que aumenta mucho de volumen, permaneciendo indefinidamente blanda en sitios húmeros y fuera del contacto del aire, y en el agua termina por disolverse.

CALES ÁRIDAS O MAGRAS: Son las que proceden de calizas que, aun teniendo menos del 5% de arcilla, contiene, además magnesia (MgO) en proporción superior al 5%. Al añadirles agua forman una pasta gris poco trabada, que se entumece menos y desprende más calor que las cales grasas. Al secarse en el aire se reducen a polvo, y en el agua se deslíen y disuelven. Por estas malas cualidades no se usan en construcción. (Mazzocchi L., "Cales y cementos")



CAPITULO III: MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. METODOLOGÍA

Para recopilar la información se usaron los Métodos Cuantitativo y Cualitativo.

El **Método Cuantitativo** se usó para evaluar las características (variables) del ladrillo industrial de arcilla, del ladrillo artesanal de concreto y del agregado para los morteros; para lo cual, se emplearon las máquinas y los equipos del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, tales como: Mallas ASTM (tamices), Probetas, Taras, Balanzas, Estufa, etc.

Asimismo, se usó el Laboratorio de Materiales; en este caso, con los siguientes equipos e instrumentos: Máquina Universal, Marco de Aplicación de Carga Vertical, Elementos para aplicar la carga sobre los prismas, elementos para soporte de los muretes, Deformímetro, Balanza, Mallas ASTM, Vernier.

El **Método Cualitativo** se usó para obtener información de los materiales a utilizar para la elaboración de pilas, muretes y probetas de mortero, acerca de sus especificaciones y características propias de cada ladrillo, para esto se conversó y revisó sus especificaciones con los comercializadores y proveedores de dichos materiales.

3.2. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

La información cuantitativa, que se obtuvo de los análisis que se realizaron a las combinaciones de ladrillo – mortero ya sean los prismas (muretes y pilas), las probetas de mortero y a los ladrillos individualmente, las cuales fueron procesadas mediante técnicas estadísticas para determinar las diferencias o similitudes de las combinaciones. Para tal efecto, se usó el de programas computarizados como Microsoft Excel y Graph; con el que se obtuvo resultados del promedio, coeficientes, gráficas y más.

3.3. MATERIALES

3.3.1. ARENA MEDIA

Se utilizó arena media de río obtenido de la cantera “Huayrapongo” para la elaboración del mortero, teniendo en cuenta que se encuentre libre de materia orgánica y otros materiales contaminantes. La arena tuvo que ser tamizada debido al material grueso que presentaba, para que cumplan con las normas (NTP.399.607, ASTM C 144-03, NTP.400.011)



Imagen 3.1. Tamizado de la Arena Media.

3.3.2. CEMENTO

El cemento que se utilizó es el Cemento Pacasmayo Portland Tipo ICo, es un cemento Portland obtenido por la pulverización conjunta de clinker Portland, materias calizas y/o inertes hasta un máximo de 30 %, es decir es un cemento adicionado de alta resistencia inicial: Tipo I CO (ASTM C1157, NTP 334.090)

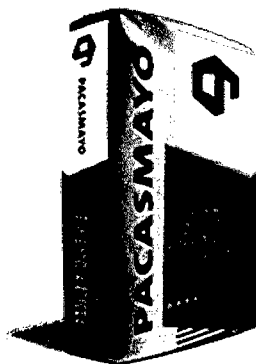


Imagen 3.2. Cemento Pacasmayo Portland Tipo ICo.



3.3.3. AGUA

Se utilizó agua proveniente del servicio público que cumple con los requisitos de ser bebible, limpia, libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica. El agua potable es la adecuada para la elaboración de la mezcla de mortero (NTP 339.088)

Tabla 3.1. Límites para Aguas de Consumo Humano (mg/L), según DS. N°031-2010-SA.

PUNTOS DE MUESTREO	0.2	0.01	.003	2.0	0.05	0.3	0.4	0.001	0.010	200	3.0	0.070
	PARÁMETROS											
	Al	As	Cd	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Pb	Na	Zn	CN
EMS	0.034	<0.001	<0.001	0.003	<0.002	0.010	0.053	<0.002	<0.005	8.789	<0.01	<0.005
SAS	0.029	<0.001	<0.001	0.015	<0.002	0.002	<0.001	<0.002	<0.005	3.016	0.010	<0.005
RA2	0.026	<0.001	<0.001	0.007	<0.002	0.016	0.023	<0.002	<0.005	8.604	0.007	<0.005
RA3	0.020	<0.001	<0.001	0.021	<0.002	0.011	0.001	<0.002	<0.005	2.973	0.010	<0.005
RA4	0.023	<0.001	<0.001	0.004	<0.002	0.005	0.020	<0.002	<0.005	8.624	0.009	<0.005
RDA1	0.022	<0.001	<0.001	0.028	<0.002	0.013	<0.001	<0.002	<0.005	2.914	0.013	<0.005

PUNTO DE MUESTREO:

- EMS: Salida Planta El Milagro
- SAS: Salida Planta Santa Apolonia
- RA2: Reservorio de Agua N°2
- RA3: Reservorio de Agua N°3
- RA4: Reservorio de Agua N°4
- RDA1: Jr. Los Topacios N°620-Urb. Villa Universitaria

PARÁMETROS:

- Metales: Al= Aluminio, As= Arsénico, Cd= Cadmio, Cu= Cobre, Fe= Fierro, Mn= Manganeso, Hg= Mercurio, Pb= Plomo, Na= Sodio.
- No Metal: CN WAD= Cianuro fácilmente disociable.

Fuente: EPS SEDACAJ S.A.

3.3.4. CAL

Se utilizó la cal hidratada marca COMACSA. La cal hidratada utilizada como parte de un cemento adicionado debe cumplir los requisitos de la NTP 334.144, pero cuando es molida en forma conjunta en el proceso de producción, no debe haber ningún requisito de finura mínima.

Tabla 3.2. Características Químicas de la Cal Hidratada COMACSA.

ELEMENTOS	CANTIDAD
Residuo insoluble en HCL ($R. I$)	7,00% Máximo
Cationes precipitables por amoníaco (NH_3)(R_2O_3)	2,00% Máximo
Oxido de Magnesio (MgO)	0,50% Máximo
Pérdida a 105 °C	3,00% Máximo
Pérdida a 600 °C	22,00% Máximo
Pérdida por calcinación a 1000 °C	7,50% Máximo
Hidróxido de calcio $Ca(OH)_2$	59,44% Mínimo

Fuente: Agregados Calcáreos COMACSA S.A.

Tabla 3.3. Características Físicas de la Cal Hidratada COMACSA.

ELEMENTOS	CANTIDAD
Peso Volumétrico Suelto Seco	650 Kg/cm ³
Retenido Malla N° 30	0,50% Máximo
Retenido Malla N° 100	7,00% Máximo
Retenido Malla N° 200	20,00% Máximo

Fuente: Agregados Calcáreos COMACSA S.A.

3.3.5. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

a. **Ladrillo Industrial de Arcilla:** Se utilizó un ladrillo industrial de arcilla tipo King Kong de Clase IV de la empresa CECAJ (Cerámicos Cajamarca), cuyas dimensiones son: $24 \times 13 \times 9$ cm y el porcentaje de vacíos es menor del 30%; es decir, se considera ladrillo sólido.

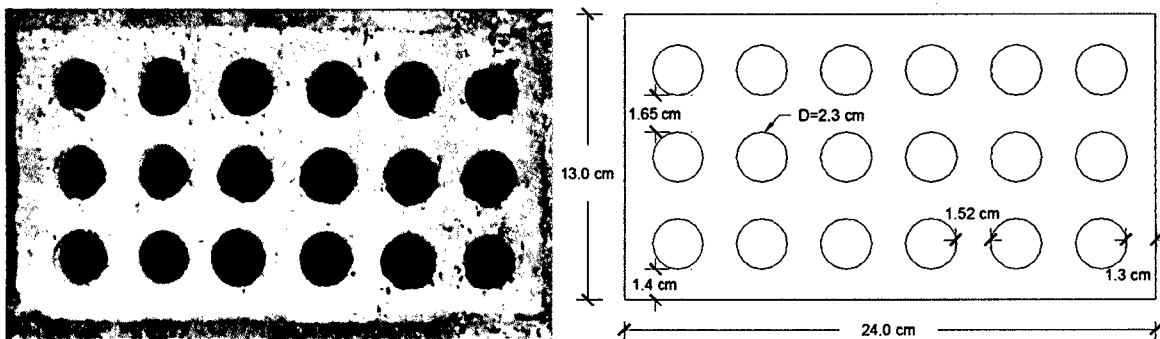


Figura 3.1. Ladrillo Industrial de Arcilla y sus características geométricas.

b. **Ladrillo Artesanal de Concreto:** Se utilizó un ladrillo artesanal de concreto tipo King Kong de Clase IV de la empresa "Montero", cuyas dimensiones son: $25 \times 14.5 \times 9$ cm y el porcentaje de vacíos es menor del 30%; es decir, se considera ladrillo sólido.

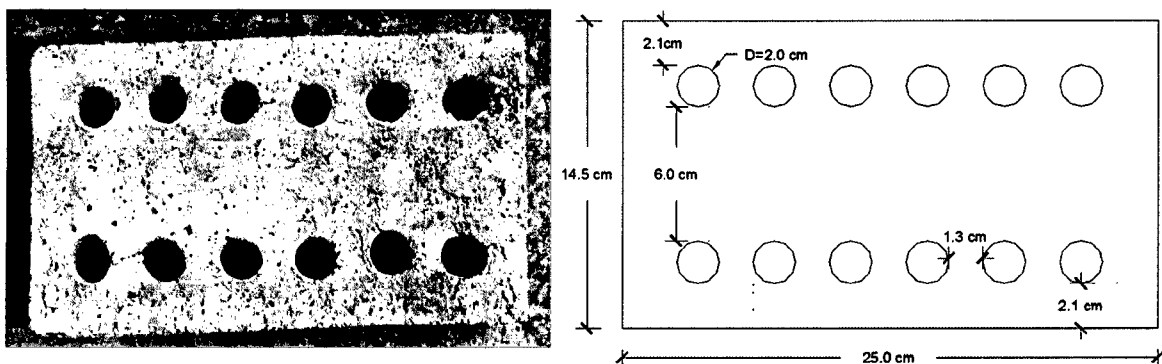


Figura 3.2. Ladrillo Artesanal de Concreto y sus características geométricas.

3.4. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS

3.4.1. ANALISIS FÍSICO – MECÁNICOS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

a. ENSAYOS CLASIFICATORIOS

- **Variabilidad Dimensional:** Para realizar esta evaluación se tomó veinte (20) unidades, por cada tipo de ladrillo. Esta característica se obtiene al comparar las medidas reales de las unidades con las medidas previstas para su elaboración (De). Para ello, de cada unidad se midió, en la parte media, sus cuatro lados para cada medida; obteniendo su promedio (Dp). De esta manera se obtiene tres valores de Dp (*largo, ancho y alto*). (NTP 339.613 y NTP 399.604).

La variación dimensional se calcula usando la siguiente fórmula:

$$\text{Variación dimensional (V\%)} = \frac{100(De - Dp)}{De} \dots \dots \dots (1)$$

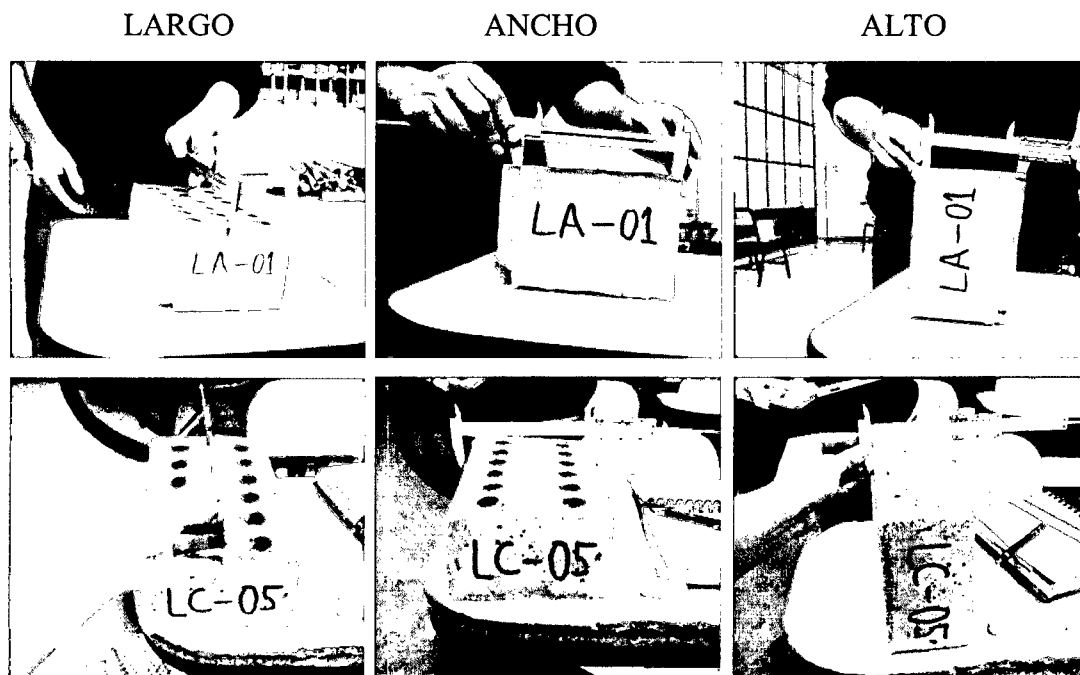


Imagen 3.3. Medición de las diferentes dimensiones del Ladrillo Industrial de Arcilla y el Ladrillo Artesanal de Concreto.

- **Alabeo:** Se midió la concavidad o convexidad de veinte (20) unidades, por cada tipo de ladrillo; para lo cual, se coloca sobre una superficie plana y con la ayuda de una regla sobre la cara del asiento de la unidad se introdujo una cuña de madera graduada al milímetro en la zona más alabeada, registrando dicha dimensión para obtener el promedio. La medición del alabeo, se realizó en las dos caras, para la mejor obtención de datos y valores reales. (NTP 399.604)

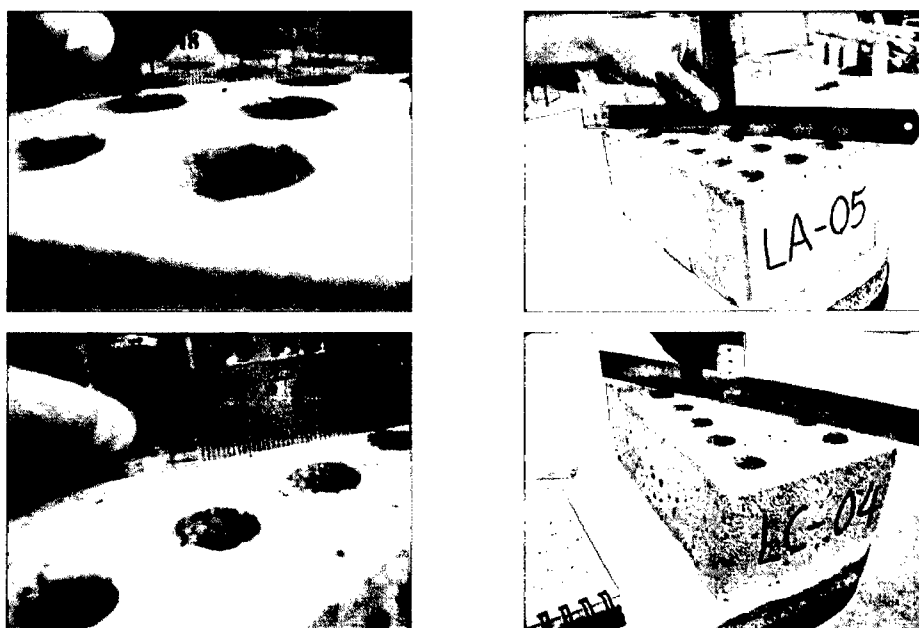


Imagen 3.4. Medición de la concavidad en las caras del Ladrillo Industrial de Arcilla y el Ladrillo Artesanal de Concreto.

- **Resistencia a la Compresión:** Esta evaluación se hizo usando la Prensa de Compresión del Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca. En este caso se ensayaron veinte (20) unidades obteniendo su promedio (f_b) y desviación estándar (σ). (NTP 399.604)
Luego, para obtener el valor de la Resistencia Característica a la Compresión Axial (f'_b), se resta el valor de la desviación estándar del promedio, es decir mediante la siguiente fórmula:

$$f'_b = f_b - \sigma \quad \dots \dots \dots (2)$$

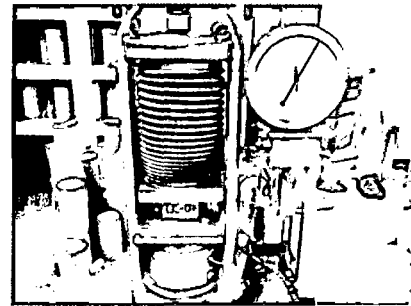
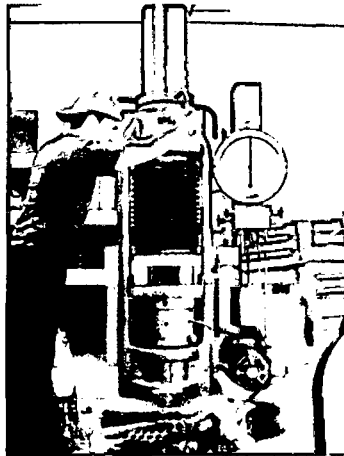


Imagen 3.5. Ensayo de ladrillos de arcilla y ladrillos de concreto a compresión axial.

b. ENSAYOS NO CLASIFICATORIOS

- **Peso:** Para esto se pesaron en una balanza analítica veinte (20) unidades, por cada tipo de ladrillos, para luego determinar su promedio. (NTP 399.604)

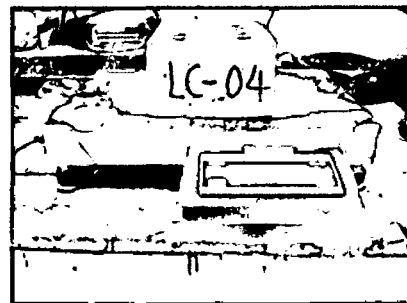
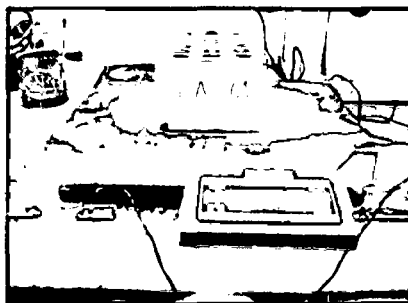


Imagen 3.6. Pesado de Ladrillos de Arcilla y Ladrillo de Concreto.

- **Humedad Natural:** Se pesaron cinco (05) unidades por cada tipo de ladrillo, en su estado natural, para obtener un peso inicial natural (P_0); luego, fueron introducidas a estufa a 110°C para obtener un peso constante (24 horas), para ser nuevamente pesadas y obtener un peso final seco (P_1). (NTP 399.604). Al relacionar los datos de peso inicial y peso final se calculó la humedad natural, haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Humedad natural (Hn\%)} = \frac{100(P_0 - P_1)}{P_1} \dots \dots \dots (3)$$

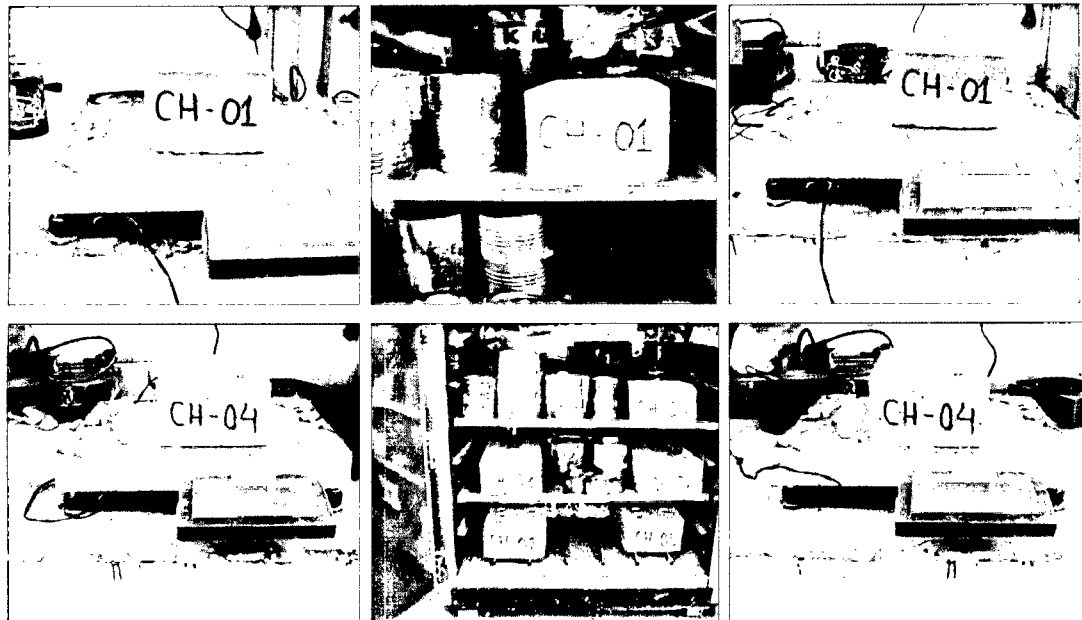
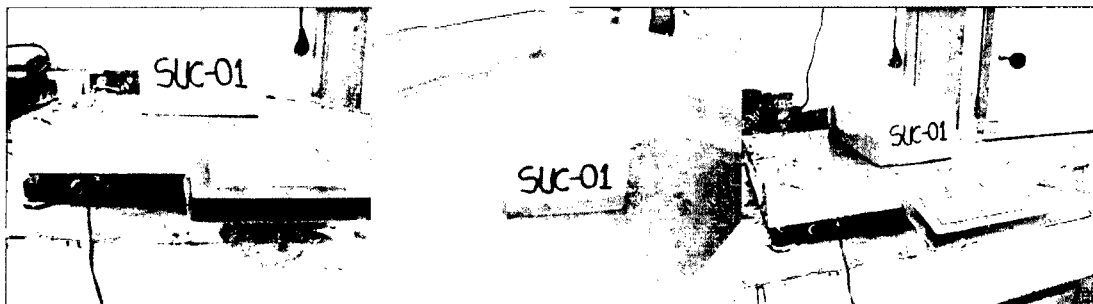


Imagen 3.7. Pasos para la determinación del Contenido de Humedad de los ladrillos.

- **Succión:** Se trabajó con cinco (05) unidades, por cada tipo de ladrillo, habiendo obtenido en primer lugar el peso seco final (P_1), al haber colocado las unidades a estufa a $110^{\circ}C$ para obtener un peso constante (24 horas); luego, cada unidad se sumergió por su cara de asiento en una película de agua de 3 mm durante 1 minuto, para pesarla inmediatamente y obtener un nuevo peso (P_2); y calcular la succión mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Succión} \left(\frac{\text{gr}}{200} \text{ cm}^2 - \text{min} \right) = \frac{200(P_2 - P_1)}{\text{Area Neta}} \dots \dots \dots (4)$$



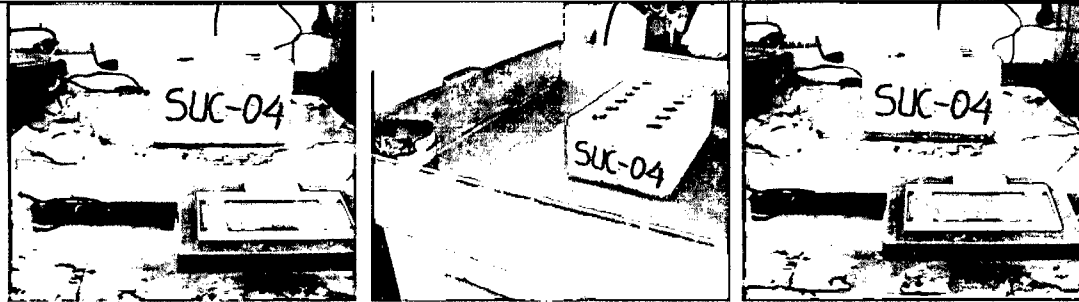


Imagen 3.8. Pasos para la determinación de la Succión de los ladrillos.

- **Absorción:** Se trabajó con cinco (05) unidades, por cada tipo de ladrillo, habiendo obtenido en primer lugar el peso seco final (P_1) al haber colocado las unidades a estufa a 110°C para obtener un peso constante (24 horas); luego, cada unidad se introdujo totalmente en agua fría durante 24 horas, para luego ser pesada y obtener un nuevo peso (P_3); y calcular la absorción mediante la siguiente fórmula: (NTP 399.604)

$$\text{Absorción}(A\%) = \frac{100(P_3 - P_1)}{P_1} \dots \dots \dots (5)$$

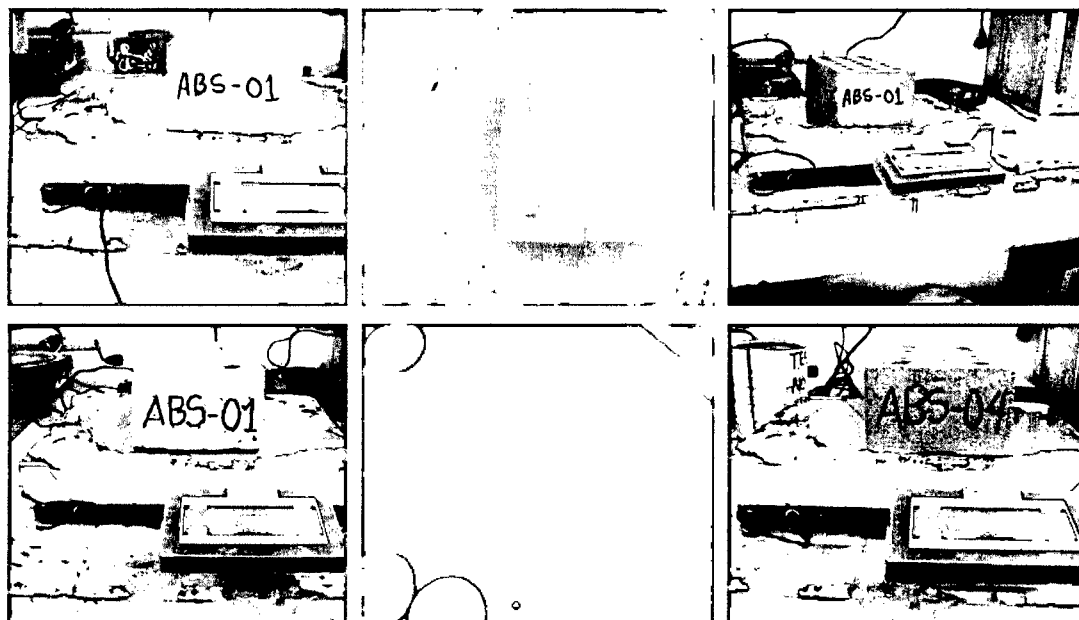


Imagen 3.9. Pasos para la determinación de la Absorción de los ladrillos.

- **Porcentaje de Ranuras:** Para éste ensayo se utilizaron cinco (05) unidades, por cada tipo de ladrillo, se procedió a llenar con arena las ranuras de cada tipo de ladrillo, y con ayuda de una probeta graduada se calculó el volumen de la arena, el porcentaje de ranuras se calculará mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ Ranuras} = \frac{V_{\text{arena}}}{V_{\text{unidad}}} \times 100 \quad \dots \dots \dots (6)$$



Imagen 3.10. Pasos para la determinación del Porcentaje de Ranuras.

3.4.2. ANALISIS DEL AGREGADO

- a. **Módulo de Finura:** Para calcular el módulo de Finura se utilizó 1572.00 g del agregado y se los tamizo utilizando las mallas: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200 (ASTM C 144-03). Para el cálculo del Módulo de Fineza se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Módulo de Fineza} = \frac{\sum \% \text{Retenido Acumulado}}{100} \quad \dots \dots \dots (7)$$



Imagen 3.11. Tamizado de la Arena Media para la determinación del Módulo de Fineza.

b. Contenido de Humedad: Para calcular el contenido de humedad, primero se pesó la muestra de arena gruesa obteniéndose W_1 , luego se introdujo la arena gruesa a la estufa durante 24 h, para luego ser pesado y obtener W_0 . El contenido de humedad, se calculará mediante la siguiente fórmula.

$$CH = 100 \times \frac{W_1 - W_0}{W_0} \dots \dots \dots (8)$$



Imagen 3.12. Procedimiento para el cálculo del contenido de humedad de la arena media.

3.4.3. MORTERO Y ESPECÍMENES DE MORTERO

a. Tipos de Mortero:

- **Mortero Sin Cal:** El mortero que se utilizó es para Muros Portantes TIPO P2 o TIPO S, cuya proporción cemento – arena es la siguiente: 1: 4
- **Mortero Con Cal:** El mortero que se utilizó es para Muros Portantes TIPO P2 o TIPO S, cuya proporción cemento – cal – arena es la siguiente: 1: 1/2: 4

b. Elaboración de Especímenes de Mortero: Para la elaboración de los especímenes de mortero de cada tipo, se utilizó el mismo mortero con el cual se elaboraron las pilas y los muretes. Primero se limpió y engrasó los moldes, luego se cubrió con mortero hasta que llegue a los 2/3 de altura del molde y se golpeó el mortero 32 veces con una varilla, luego se cubrió de mortero hasta rebasar la altura total del molde y se golpeó 32 veces, quedando el mortero compactado, posteriormente se enrasó y niveló el borde de los especímenes. Luego de 24 horas de fraguado, se introdujo los seis (06) especímenes por cada tipo de mortero, en agua hasta estar totalmente cubiertos para su curado, el agua de curado estuvo a 20°C en promedio, después de 28 días se procederá a ensayarlos.

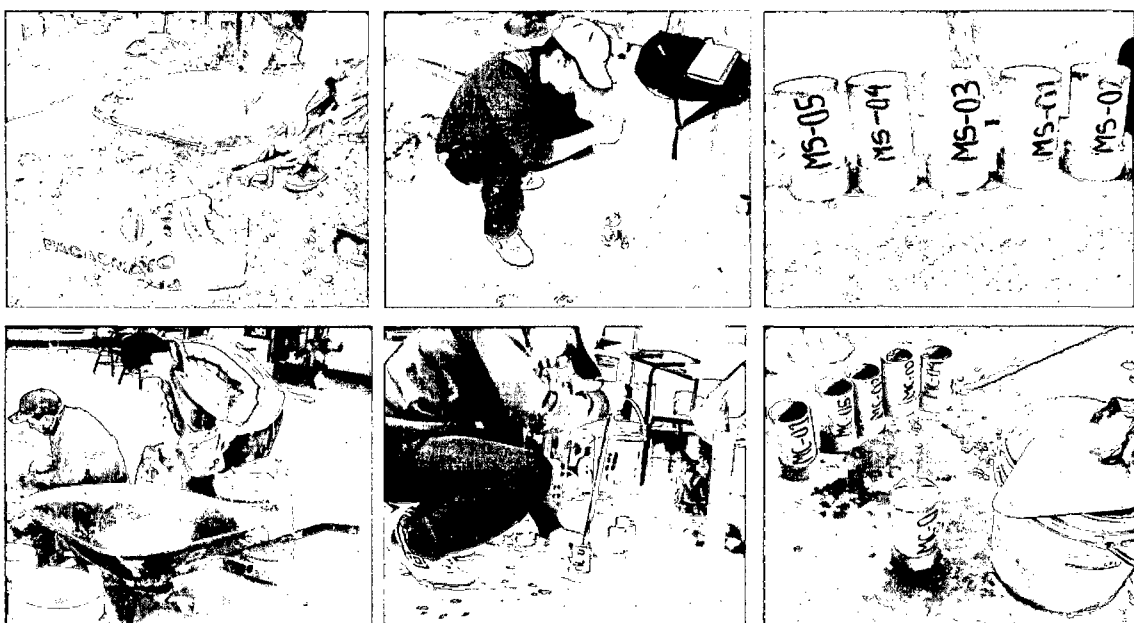


Imagen 3.13. Elaboración de los especímenes de mortero con cal y mortero sin cal.

c. **Curado de los Especímenes de Morteros:** Para el curado de los especímenes de mortero se introdujeron en una tina llena de agua potable, la cual cubría en su totalidad a los especímenes, tal y como se muestra en la imagen. La temperatura del agua promedio se midió en el día, tarde y noche, dando un promedio de 20°C , cumpliendo así con la norma que establece y recomienda que el agua de curado tiene q estar a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.



Imagen 3.14. Curado de los especímenes de mortero con cal y sin cal, también la toma de temperatura con termómetro.

d. **Ensayo a Compresión de los Especímenes de Morteros:** Para realizar este ensayo, se utilizaron los seis (06) especímenes de cada tipo de mortero, después de 28 días de elaboradas y se las ensayo a compresión en la maquina universal. (ASTM C 109-02)



Imagen 3.15. Proceso del Ensayo a compresión de los especímenes de mortero con cal y sin cal.

3.4.4. ELABORACIÓN Y ENSAYO DE PILAS

Se elaboraron (04) pilas por combinación, cada pila consta de 04 ladrillos, las pilas serán ensayadas después de 28 días de su elaboración, las pilas fueron enrazadas con yeso para uniformizar las caras que estarán en contacto con la máquina. La velocidad de la carga será de $10 \text{ Tn}/\text{min}$, con el ensayo de Carga Axial se determinarán la Resistencia Característica de la Albañilería a Compresión Axial (f'_m) y el Módulo de Elasticidad de la Albañilería (E_m). (ASTM C 1314-03b)

CONTROL DE JUNTA: Para las pilas la junta de espesor de 1 cm , se controlaron midiendo la altura de la pila cada vez que se asentaba un ladrillo; es decir, cuando se coloca el primer ladrillo la altura tiene q ser de 9 cm , cuando se asienta el segundo ladrillo tiene q tener 19 cm , así sucesivamente hasta que llegue a la altura de 39 cm , considerando el enrazado de 0.5 cm en cada cara, tendríamos los 40 cm que constituye la altura de la pila.



Imagen 3.16. Pilas de Ladrillos de Arcilla con Cal, Ladrillos de Arcilla sin Cal, Ladrillos de Concreto con Cal y Ladrillos de Concreto sin Cal.

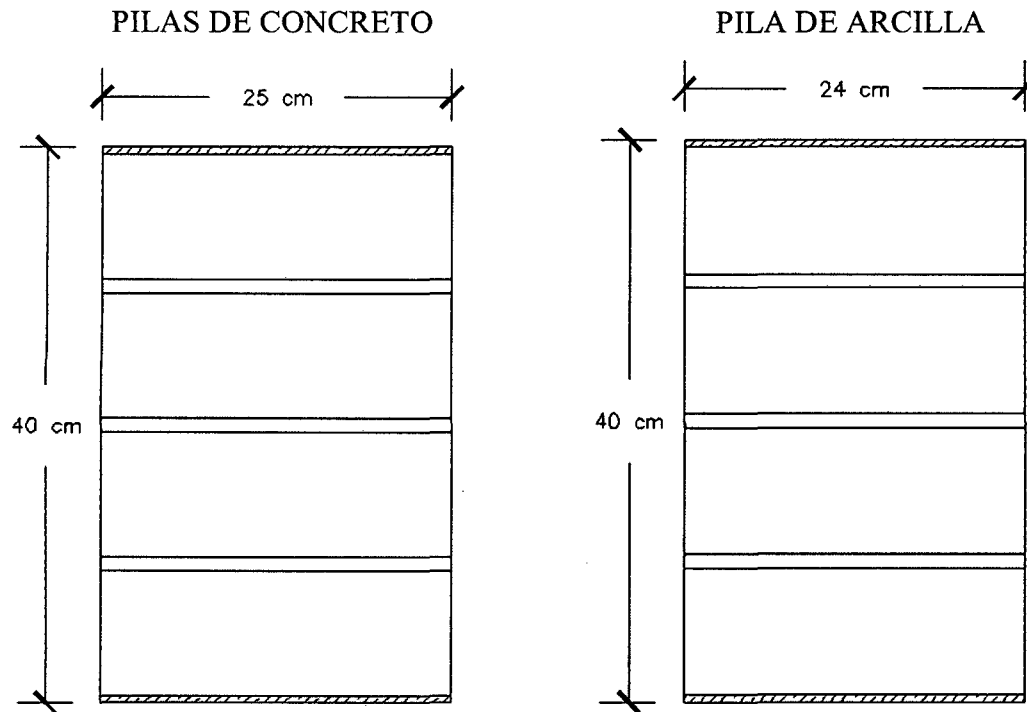


Figura 3.3. Geometría típica de las pilas de concreto y pilas de arcilla, cada pila consta con un capping de yeso de 0.5 cm de espesor y 1 cm de junta de mortero.

a. Resistencia Característica de la Albañilería a Compresión Axial (f'_m): Para el cálculo de la Resistencia Característica de la Albañilería a Compresión Axial (f'_m), se ensayaron a compresión axial en el laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca, las 04 pilas por cada tipo de combinación, obteniéndose de cada una la carga última o de rotura (P) y midiendo las dimensiones de largo y ancho de las pilas se obtuvo el área que soporta la carga (A), para obtener la resistencia a compresión axial de cada pila (f_m), utilizando la siguiente fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (9)$$

Se tiene que tener en cuenta que la resistencia de cada pila (f_m), debe ser afectada por un factor de corrección que se obtiene de la esbeltez de la pila según la N.T.P. E.070, estos nuevos valores corregidos se calculará la resistencia a compresión axial promedio ($\overline{f_m}$) y también la desviación estándar (σ) de cada combinación.

La Resistencia Característica de la Albañilería a Compresión Axial (f'_m), se calculará utilizando la siguiente fórmula:

$$f'_m = \overline{f_m} - \sigma \dots \dots \dots (10)$$

b. Módulo de Elasticidad de la Albañilería (E_m): Para el cálculo del Módulo de Elasticidad se hallarán en el ensayo de compresión axial de pilas y se anotarán los datos de deformaciones, teniendo en cuenta las cargas cada $2.5 Tn$. Con estos datos se realizará la gráfica Esfuerzo (Tn/m^2) vs Deformación Unitaria (mm/mm), de la gráfica se determinará el Módulo de Elasticidad de la Albañilería (E_m).

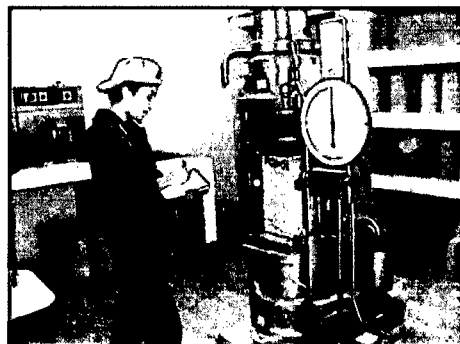


Imagen 3.17. Toma de datos del deformímetro en el ensayo de compresión axial a las pilas.

3.4.5. ELABORACIÓN Y ENSAYO DE MURETES

Se elaboró tres (03) muretes por combinación, después de 28 días de su elaboración se procederá a ensayarlos, cada murete es cuadrado de lado igual a 72 cm y consta de 21 ladrillos por murete, los muretes fueron enrazadas con yeso para uniformizar las caras que van a estar en contacto con los marcos de acero y que la carga se aplique uniformemente. La velocidad de la carga será de $1\text{ Tn}/\text{min}$, con el ensayo de Carga Diagonal se determinará la Resistencia Característica de la Albañilería al Corte (v'_m). (ASTM E 519-02)

CONTROL DE JUNTA: Para los muretes el control de junta fue de la misma forma, midiendo las alturas y los anchos, por cada hilada que se asentaba, pero no fue preciso debido a que al cortar los ladrillos las cavidades aumentaban el tamaño del espesor de junta.

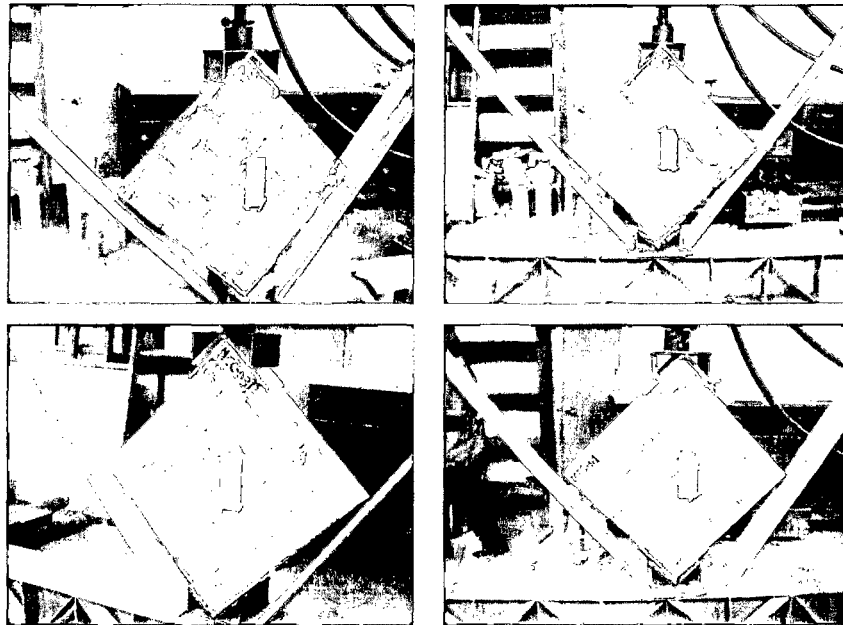


Imagen 3.18. Muretes de Ladrillos de Arcilla con Cal, Ladrillos de Arcilla sin Cal, Ladrillos de Concreto con Cal y Ladrillos de Concreto sin Cal.

GEOMETRÍA DE MURETES

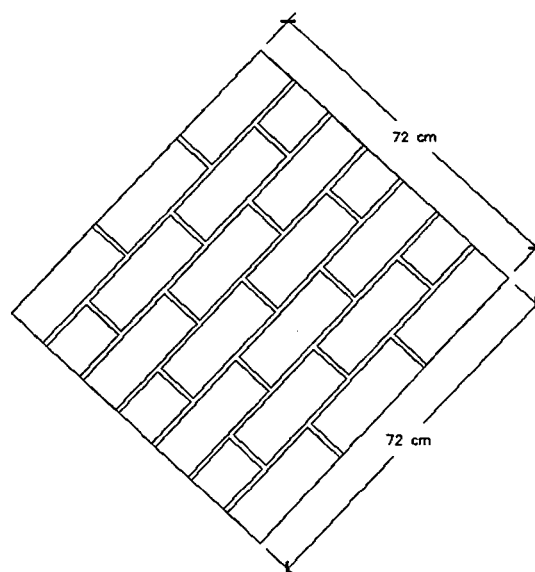


Figura 3.4. Geometría típica de los muretes de concreto y muretes de arcilla, cada murete tiene un capping de yeso de espesor variable y 1 cm de junta de mortero.



a. **Resistencia Característica de la Albañilería al Corte (v'_m):** Para el cálculo de la Resistencia Característica de la Albañilería al Corte (v'_m), se ensayaron a carga diagonal en el marco del laboratorio de materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca, los 03 muretes por cada tipo de combinación, obteniéndose de cada una de ellas la carga última o de rotura (P) y midiendo las dimensiones del largo de la diagonal (D) y espesor (t) del murete, dividiendo la carga última con el área diagonal encontraremos la resistencia al corte (v'_m), utilizando la siguiente fórmula:

$$v_m = \frac{P}{D \cdot t} \dots \dots \dots (11)$$

Con los datos de v_m de cada murete se calculará el promedio ($\overline{v_m}$) y la desviación estándar (σ). La Resistencia Característica de la Albañilería al Corte (v'_m), se calculará utilizando la siguiente fórmula:

$$v'_m = \overline{v_m} - \sigma \dots \dots \dots (12)$$

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. LADRILLOS

4.1.1. ENSAYOS CLASIFICATORIOS

a. **Variabilidad Dimensional:** Esta prueba de variabilidad dimensional, tiene relación directa con el espesor de juntas y, por lo tanto, con la altura de las hiladas. A mayor variabilidad dimensional de las unidades, mayor espesor de juntas lo que da como resultado una albañilería menos resistente al corte y a compresión. Los datos obtenidos podemos observarlos en el siguiente cuadro:

Tabla 4.1. Variabilidad Dimensional de los Ladrillos de Concreto y Ladrillos de Arcilla.

	LADRILLO ARCILLA			LADRILLO DE CONCRETO		
	MEDIDA	PROMEDIO	V (%)	MEDIDA	PROMEDIO	V (%)
LONGITUD	240.00	239.93	0.03	250.00	250.26	-0.11
ANCHO	130.00	130.71	-0.55	145.00	145.16	-0.11
ALTURA	90.00	89.06	1.04	90.00	89.74	0.29

Analizando los datos podemos afirmar lo siguiente:

- Los datos vistos en la tabla 4.1., nos muestran el porcentaje de variabilidad que se encuentra comprendido entre el 0% – 2% que cumplen con la condición de los ladrillos de Clase IV según la Norma Técnica Peruana E.070.
- Los valores de variabilidad dimensional de los ladrillos de arcilla, se encuentran entre el 1% – 2%, por lo que podemos clasificar a los ladrillos de arcilla como **Clase IV**.
- Los valores de variabilidad dimensional de los ladrillos de concreto, se encuentran entre el 0% – 1%, por lo que podemos clasificar a los ladrillos de concreto como **Clase V**.

b. Alabeo: La mayor concavidad o convexidad del ladrillo, produce un aumento en el espesor de la junta y disminuye la adherencia ladrillo – mortero, debido a que se forman espacios o vacíos en las zonas más alabeadas. Se puede observar los valores obtenidos en la Tabla 4.2. y la Tabla 4.3.

Tabla 4.2. Alabeo en Ladrillos de Arcilla.

ESPÉCIMEN	CARA "A" (mm)		CARA "B" (mm)	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
LA-01	1.0	0.0	0.5	0.0
LA-02	1.0	0.0	1.0	0.0
LA-03	0.5	0.0	0.0	1.0
LA-04	0.0	0.0	0.5	0.0
LA-05	0.5	0.0	1.0	0.0
LA-06	1.5	0.0	0.0	1.0
LA-07	0.0	1.0	0.0	0.5
LA-08	1.0	0.0	1.0	0.0
LA-09	0.0	0.5	1.0	0.0
LA-10	0.0	0.5	0.5	0.0
LA-11	1.0	0.0	1.0	0.0
LA-12	0.0	1.0	0.0	0.5
LA-13	0.5	0.0	0.5	0.0
LA-14	0.0	0.5	0.0	1.0
LA-15	1.0	0.0	0.0	1.0
LA-16	0.0	0.5	0.5	0.0
LA-17	0.0	1.0	0.5	0.0
LA-18	0.0	1.5	0.0	1.0
LA-19	1.5	0.0	0.5	0.0
LA-20	0.0	1.0	0.0	1.0
PROMEDIO	Cóncavo	0.45		
	Convexo	0.36		

Tabla 4.3. Alabeo en Ladrillos de Concreto.

ESPÉCIMEN	CARA "A" (mm)		CARA "B" (mm)	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
LC-01	0.5	0.0	0.5	0.0
LC-02	0.5	0.0	1.0	0.0
LC-03	0.5	0.0	0.0	1.0
LC-04	1.5	0.0	0.0	1.5
LC-05	0.0	0.5	1.0	0.0
LC-06	1.0	0.0	1.5	0.0
LC-07	0.0	1.0	0.0	0.5
LC-08	1.0	0.0	1.0	0.0
LC-09	0.0	0.5	1.0	0.0
LC-10	0.0	0.5	0.5	0.0
LC-11	1.0	0.0	1.0	0.0
LC-12	0.0	1.0	0.0	0.5
LC-13	0.5	0.0	0.5	0.0
LC-14	0.0	0.5	0.0	1.0
LC-15	1.5	0.0	0.0	0.5
LC-16	0.5	0.0	1.5	0.0
LC-17	0.0	1.0	0.0	1.0
LC-18	0.0	0.5	0.0	0.5
LC-19	1.0	0.0	0.5	0.0
LC-20	0.0	1.5	0.0	1.0
PROMEDIO	Cóncavo	0.49		
	Convexo	0.36		

Analizando los datos podemos afirmar lo siguiente:

- Los ladrillos de Arcilla presentan un valor de alabeo de 0.45 mm producido por la concavidad, por lo que el ladrillo de arcilla se clasificaría como **CLASE V**
- Los ladrillos de Concreto presentan un valor de alabeo de 0.49 mm producido por la concavidad, por lo que el ladrillo de arcilla se clasificaría como **CLASE V**

c. Resistencia a la Compresión: La resistencia característica a compresión axial de las unidades de albañilería, nos clasificará el ladrillo con la obtención de los valores de f'_b y clasificándolos, según la N.T.P. E.070, podemos observar los valores en la Tabla 4.4. Tabla 4.5.

Tabla 4.4. Resistencia a la compresión axial de Ladrillos de Arcilla.

	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Área Bruta (cm ²)	Área Hueca (cm ²)	Área Neta (cm ²)	Carga (kg)	f_b		
ESPÉCIMEN	L_o	A_o	H_o	A_b	A_h	A_n	P	Kg/cm ²	Mpa	
LA-01	241.50	130.50	90.50	315.16	74.79	240.37	35000	145.61	14.28	
LA-02	240.50	131.25	90.50	315.66	74.79	240.87	38000	157.76	15.47	
LA-03	241.00	130.75	89.75	315.11	74.79	240.32	36500	151.88	14.89	
LA-04	240.50	130.75	89.25	314.45	74.79	239.67	40500	168.98	16.57	
LA-05	241.50	131.25	88.75	316.97	74.79	242.18	37000	152.78	14.98	
LA-06	239.25	130.00	89.00	311.03	74.79	236.24	39500	167.20	16.39	
LA-07	240.50	131.00	89.75	315.06	74.79	240.27	40000	166.48	16.32	
LA-08	240.50	131.00	89.50	315.06	74.79	240.27	42500	176.88	17.34	
LA-09	239.75	130.25	89.25	312.27	74.79	237.49	44000	185.27	18.16	
LA-10	239.50	130.50	89.00	312.55	74.79	237.76	36000	151.41	14.84	
LA-11	239.50	131.00	88.00	313.75	74.79	238.96	43000	179.95	17.64	
LA-12	240.00	131.50	89.50	315.60	74.79	240.81	33500	139.11	13.64	
LA-13	239.25	130.75	88.75	312.82	74.79	238.03	44000	184.85	18.12	
LA-14	239.25	130.75	88.00	312.82	74.79	238.03	36000	151.24	14.83	
LA-15	239.25	130.50	88.75	312.22	74.79	237.44	43000	181.10	17.76	
LA-16	239.00	130.75	88.00	312.49	74.79	237.71	33500	140.93	13.82	
LA-17	239.25	131.25	88.25	314.02	74.79	239.23	43000	179.74	17.62	
LA-18	239.00	130.25	89.25	311.30	74.79	236.51	34000	143.76	14.09	
LA-19	239.75	130.25	88.50	312.27	74.79	237.49	34000	143.16	14.04	
LA-20	239.75	130.00	89.00	311.68	74.79	236.89	39000	164.63	16.14	
								f_b	161.64	15.85
								σ	15.80	1.55
								f'_b	145.83	14.30

Tabla 4.5. Resistencia a la compresión axial de Ladrillos de Concreto.

	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Área Bruta (cm ²)	Área Hueca (cm ²)	Área Neta (cm ²)	Carga (kg)	f_b		
ESPÉCIMEN	L_o	A_o	H_o	A_b	A_h	A_n	P	Kg/cm ²	Mpa	
LC-01	250.00	144.25	90.50	360.63	37.70	322.93	60500	187.35	18.37	
LC-02	250.50	145.75	89.25	365.10	37.70	327.40	55500	169.52	16.62	
LC-03	250.50	145.75	89.50	365.10	37.70	327.40	54000	164.93	16.17	
LC-04	250.50	145.75	89.00	365.10	37.70	327.40	50500	154.24	15.12	
LC-05	250.50	145.50	89.25	364.48	37.70	326.78	52000	159.13	15.60	
LC-06	250.25	145.50	91.00	364.11	37.70	326.41	51500	157.77	15.47	
LC-07	249.75	145.75	89.25	364.01	37.70	326.31	49000	150.16	14.72	
LC-08	249.50	144.50	89.25	360.53	37.70	322.83	52500	162.63	15.94	
LC-09	250.50	144.50	89.50	361.97	37.70	324.27	55000	169.61	16.63	
LC-10	249.75	145.00	89.25	362.14	37.70	324.44	50000	154.11	15.11	
LC-11	251.00	145.50	90.25	365.21	37.70	327.51	56000	170.99	16.76	
LC-12	251.25	145.25	89.75	364.94	37.70	327.24	65000	198.63	19.47	
LC-13	249.50	145.00	89.50	361.78	37.70	324.08	55500	171.26	16.79	
LC-14	250.00	145.00	89.50	362.50	37.70	324.80	50000	153.94	15.09	
LC-15	250.00	144.75	89.50	361.88	37.70	324.18	57500	177.37	17.39	
LC-16	250.75	146.50	90.75	367.35	37.70	329.65	48000	145.61	14.28	
LC-17	250.25	144.25	89.50	360.99	37.70	323.29	51000	157.75	15.47	
LC-18	250.00	144.75	90.00	361.88	37.70	324.18	53500	165.03	16.18	
LC-19	250.75	145.00	90.25	363.59	37.70	325.89	49000	150.36	14.74	
LC-20	250.00	145.00	90.00	362.50	37.70	324.80	55000	169.33	16.60	
								f_b	164.49	16.13
								σ	13.03	1.28
								f'_b	151.46	14.85

Analizando los datos podemos afirmar lo siguiente:

- Los ladrillos de arcilla presentan un $f'_b = 145.83 \text{ Kg/cm}^2$, por lo que se clasifican como **CLASE IV**.
- Los ladrillos de concreto presentan un $f'_b = 151.46 \text{ Kg/cm}^2$, por lo que se clasifican como **CLASE IV**.

4.1.2. ENSAYOS NO CLASIFICATORIOS

a. **Peso:** El peso en los ladrillos es muy influyente en lo que respecta al metrado de cargas y al diseño netamente de muros de albañilería y demás elementos estructurales que soportan a los muros y que influyen en las edificaciones. Los resultados podemos verlo en la Tabla 4.6. y la Tabla 4.7.

Tabla 4.6. Peso Ladrillos de Arcilla.

Tabla 4.7. Peso Ladrillos de Concreto.

ESPÉCIMEN	PESO (gr)
LA-01	3982
LA-02	4066
LA-03	4002
LA-04	4024
LA-05	3904
LA-06	3792
LA-07	4050
LA-08	4018
LA-09	3900
LA-10	3922
LA-11	3900
LA-12	4086
LA-13	3996
LA-14	3870
LA-15	3886
LA-16	3758
LA-17	3836
LA-18	3932
LA-19	3862
LA-20	3824
PROMEDIO	3930.50

ESPÉCIMEN	PESO (gr)
LC-01	5500
LC-02	5745
LC-03	5432
LC-04	5643
LC-05	5436
LC-06	5333
LC-07	5421
LC-08	5643
LC-09	5412
LC-10	5432
LC-11	5235
LC-12	5641
LC-13	5433
LC-14	5489
LC-15	5328
LC-16	5423
LC-17	5279
LC-18	5396
LC-19	5654
LC-20	5711
PROMEDIO	5479.30

Analizando los datos podemos afirmar lo siguiente:

- Los Ladrillos de Arcilla tienen un peso promedio de 3930.50 gr.
- Los Ladrillos de Concreto tienen un peso promedio de 5479.30 gr.

b. Humedad Natural: La humedad natural es la cantidad de agua que contiene la unidad de albañilería por lo que este valor interviene en el agua de curado del ladrillo, así como la absorción y la succión, no clasifica al ladrillo pero es un factor influyente, podemos ver los valores en la Tabla 4.8. y la Tabla 4.9.

Tabla 4.8. Contenido de Humedad en Ladrillos de Arcilla.

ESPÉCIMEN	P1 (<i>gr</i>)	P2 (<i>kg</i>)	Contenido de Humedad
CH-01	3780	3778	0.05
CH-02	3822	3820	0.05
CH-03	3780	3772	0.21
CH-04	3836	3826	0.26
CH-05	3830	3816	0.37
		CH (%)	0.19

Tabla 4.9. Contenido de Humedad en Ladrillos de Concreto.

ESPÉCIMEN	P1 (<i>gr</i>)	P2 (<i>kg</i>)	Contenido de Humedad
CH-01	5432	5385	0.87
CH-02	5456	5323	2.50
CH-03	5547	5444	1.89
CH-04	5489	5365	2.31
CH-05	5426	5377	0.91
		CH (%)	1.70

Analizando los datos podemos afirmar lo siguiente:

- El ladrillo de arcilla posee un contenido de humedad del 0.19 %
- El ladrillo de concreto posee un contenido de humedad del 1.70%

c. **Succión:** Los valores recomendados por la Norma E.070, se recomienda que se debe tener una succión comprendida entre 10 y $20 \text{ gr}/200 \text{ cm}^2 - \text{min}$. Observándose los valores en la Tabla 4.10. y la Tabla 4.11. deducimos lo siguiente:

Tabla 4.10. Succión en Ladrillos de Arcilla.

ESPÉCIMEN	P1 (gr)	P2 (gr)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Área Bruta (cm ²)	Área Hueca (cm ²)	Área Neta (cm ²)	S (gr/200 cm ² – min)
SUC-01	3832	3882	241.50	130.50	315.16	74.79	240.37	41.60
SUC-02	3880	3935	240.50	131.25	315.66	74.79	240.87	45.67
SUC-03	3820	3889	241.00	130.75	315.11	74.79	240.32	57.42
SUC-04	3754	3821	240.50	130.75	314.45	74.79	239.67	55.91
SUC-05	3746	3812	241.50	131.25	316.97	74.79	242.18	54.50
							SUC	51.02

Tabla 4.11. Succión en Ladrillos de Concreto.

ESPÉCIMEN	P1 (gr)	P2 (gr)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Área Bruta (cm ²)	Área Hueca (cm ²)	Área Neta (cm ²)	S (gr/200 cm ² – min)
SUC-01	5432	5539	144.25	250.00	360.63	37.70	322.93	66.27
SUC-02	5846	5976	145.75	250.50	365.10	37.70	327.40	79.41
SUC-03	5436	5546	145.75	250.50	365.10	37.70	327.40	67.20
SUC-04	5421	5536	145.75	250.50	365.10	37.70	327.40	70.25
SUC-05	5512	5633	145.50	250.50	364.48	37.70	326.78	74.06
							SUC	71.44

Analizando los datos podemos afirmar lo siguiente:

- La succión obtenida en los ladrillos de arcilla fue de **51.02 gr/200 cm² – min**, indicando que su nivel de succión es muy elevada según especifica la norma.
- La succión obtenida en los ladrillos de concreto fue de **71.44 gr/200 cm² – min**, indicando que su nivel de succión es muy elevada según especifica la norma.

d. Absorción: La norma E.070 establece que, la absorción de las unidades de arcilla no será mayor de 22% y los bloques de concreto no tendrán una absorción mayor al 12%, podemos observar los valores en la Tabla 4.12. y la Tabla 4.13.

Tabla 4.12. Absorción en Ladrillos de Arcilla.

ESPÉCIMEN	P1 (g)	P2 (g)	Absorción (%)
ABS-01	3832	4222	10.18
ABS-02	3880	4294	10.67
ABS-03	3820	4230	10.73
ABS-04	3754	4158	10.76
ABS-05	3746	4140	10.52
		ABS	10.57

Tabla 4.13. Absorción en Ladrillos de Concreto.

ESPÉCIMEN	P1 (g)	P2 (g)	Absorción (%)
ABS-01	5432	5894	8.51
ABS-02	5386	5900	9.54
ABS-03	5521	6040	9.40
ABS-04	5326	5835	9.56
ABS-05	5387	5840	8.41
		ABS	9.08

Analizando los datos podemos afirmar lo siguiente:

- Los ladrillos de arcilla presentan una absorción promedio igual a **10.57 %**, éste valor se encuentra dentro de lo normado por lo que los ladrillos de arcilla cumplen con la Norma E.070.
- Los ladrillos de concreto presentan una absorción promedio igual a **9.08 %**, éste valor se encuentra dentro de lo normado por lo que los ladrillos de concreto cumplen con la Norma E.070.
- La absorción en ambos ladrillos se encuentra dentro de lo permitido y especificado en la Norma E.070 y ambos tienen un valor similar.

e. **Porcentaje de Ranuras:** El porcentaje de ranuras clasifica a la unidad de albañilería como Albañilería Hueca, Albañilería Sólida o Maciza y Albañilería Tubular o Pandereta. Podemos observar en la Tabla 4.14. y la Tabla 4.15. los siguientes valores y su clasificación:

Tabla 4.14. Porcentaje de Ranuras en Ladrillos de Arcilla.

ESPÉCIMEN	Volumen Arena (cm^3)	Volumen Unidad (cm^3)	% Huecos
LA-01	870.0	2925.0	29.7
LA-02	870.0	2925.0	29.7
LA-03	870.0	2925.0	29.7
LA-04	870.0	2925.0	29.7
LA-05	870.0	2925.0	29.7
LA-06	870.0	2925.0	29.7
LA-07	870.0	2925.0	29.7
LA-08	870.0	2925.0	29.7
LA-09	870.0	2925.0	29.7
LA-10	870.0	2925.0	29.7
		PROMEDIO	29.7

Tabla 4.15. Porcentaje de Ranuras en Ladrillos de Concreto.

ESPÉCIMEN	Volumen Arena (cm^3)	Volumen Unidad (cm^3)	% Huecos
LC-01	370.0	3262.5	11.3
LC-02	370.0	3262.5	11.3
LC-03	370.0	3262.5	11.3
LC-04	370.0	3262.5	11.3
LC-05	370.0	3262.5	11.3
LC-06	370.0	3262.5	11.3
LC-07	370.0	3262.5	11.3
LC-08	370.0	3262.5	11.3
LC-09	370.0	3262.5	11.3
LC-10	370.0	3262.5	11.3
		PROMEDIO	11.3

Analizando los datos podemos afirmar lo siguiente:

- Los Ladrillos de Arcilla presentan un Porcentaje de Ranuras del 29.7 % por lo que se clasifican como **Ladrillos Sólidos**.
- Los Ladrillos de Concreto presentan un Porcentaje de Ranuras del 11.3 % por lo que se clasifican como **Ladrillos Sólidos**.

4.1.3. EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS

a. Ensayos Clasificatorios: Podemos observar los datos de la Tabla 4.16. y vemos los siguientes valores:

Tabla 4.16. Comparación ensayos clasificatorios entre ladrillo industrial de arcilla y ladrillo artesanal de concreto.

	Ladrillo de Arcilla		Ladrillo de Concreto	
	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
Variabilidad Dimensional (%)	1.04	CLASE IV	0.29	CLASE V
Alabeo Cóncavo (mm)	0.45	CLASE V	0.49	CLASE V
Resistencia a Compresión (f'_b)	145.83	CLASE IV	151.46	CLASE IV

Analizando los datos podemos afirmar lo siguiente:

- El porcentaje de variabilidad dimensional en el caso del ladrillo industrial de arcilla es mayor al ladrillo artesanal de concreto, la diferencia entre ambos es la clasificación al que pertenecen siendo el de arcilla de Clase IV y el de concreto de Clase V.
- En el caso del ensayo de Alabeo en valor que poseen los ladrillos no se diferencian mucho y ambos se clasificarían en Clase V, lo que indicaría que ambos ladrillos son de buena calidad.
- La Resistencia a Compresión del ladrillo artesanal de concreto es de un 3.71 % mayor al ladrillo industrial de arcilla, pero ambos clasifican como ladrillos Clase IV según la Norma E.070

b. Ensayos No Clasificatorios: Podemos observar la Tabla 4.17. y vemos los siguientes valores:

Tabla 4.17. Comparación ensayos no clasificatorios entre ladrillo industrial de arcilla y ladrillo artesanal de concreto.

	Ladrillo de Arcilla	Ladrillo de Concreto
	Valor	Valor
Peso (g)	3930.50	5479.30
Humedad Natural (%)	0.19	1.70
Succión (gr/200 cm² – min)	51.02	71.44
Absorción (%)	10.57	9.08
Porcentaje de Ranuras (cm³)	29.7	11.3

Analizando los datos podemos afirmar lo siguiente:

- Respecto al Peso podemos observar que los ladrillos de concreto poseen un peso mayor en un 28.26 % del peso de los ladrillos de arcilla, por lo que sería ésta característica física que pondría en desventaja al ladrillo de concreto, ya que al construir un muro con éste material las cargas serían mayores.
- Teniendo en cuenta el Contenido de Humedad en ladrillo de concreto pose un mayor valor con respecto al ladrillo de arcilla, lo que indicaría que necesitaría menos agua para saturarlo y en ese caso, quitaría menos agua al mortero y necesitaría menor agua para el curado del mismo.
- La succión en ambos ladrillos es mayor al triple del valor máximo que establece la Norma E.070, lo que nos indica que al utilizar ambos ladrillos, primero se tendría que mojar los ladrillos con agua durante varios minutos para que éstos no quiten agua al mortero y afecten así su resistencia.

4.2. ARENA MEDIA

4.2.1. GRANULOMETRÍA DE LA ARENA MEDIA

La granulometría y el módulo de fineza que presento la arena media utilizada para la elaboración del mortero se presentan los valores en la Tabla 4.18.

Tabla 4.18. Granulometría de la Arena Media.

TAMIZ ASTM		P.R.	% P.R.	% P.R.A.	% QUE PASA
Numero	Abertura (mm)				
#4	(4,75 mm)	0.00	0.00	0.00	100.00
#8	(2,36 mm)	83.30	5.30	5.30	94.70
#16	(1,18 mm)	299.00	19.02	24.32	75.68
#30	(0,60 mm)	350.60	22.30	46.62	53.38
#50	(0,30 mm)	404.90	25.76	72.38	27.62
#100	(0,15 mm)	353.90	22.51	94.89	5.11
#200	(0,075 mm)	64.90	4.13	99.02	0.98
Bandeja		15.40	0.98	100.00	0.00
TOTAL		1572.00	100.00		

$$M_f = \frac{\sum \%P.R.A. (mallas \#4, \#8, \#16, \#30, \#50, \#100)}{100}$$

$$M_f = 2.44$$

Según la norma NTP 400.011, la arena se divide en: arena gruesa, arena media y arena fina, de la siguiente manera:

Arena Gruesa: 5.0 mm – 2.0 mm

Arena Media: 2.0 mm – 0.5 mm

Arena Fina: 0.5 mm – 0.05 mm

Calculando el porcentaje retenido acumulado observamos que la mayor cantidad de porcentaje retenido se queda en los términos de la arena media siendo un **67.08 %**.

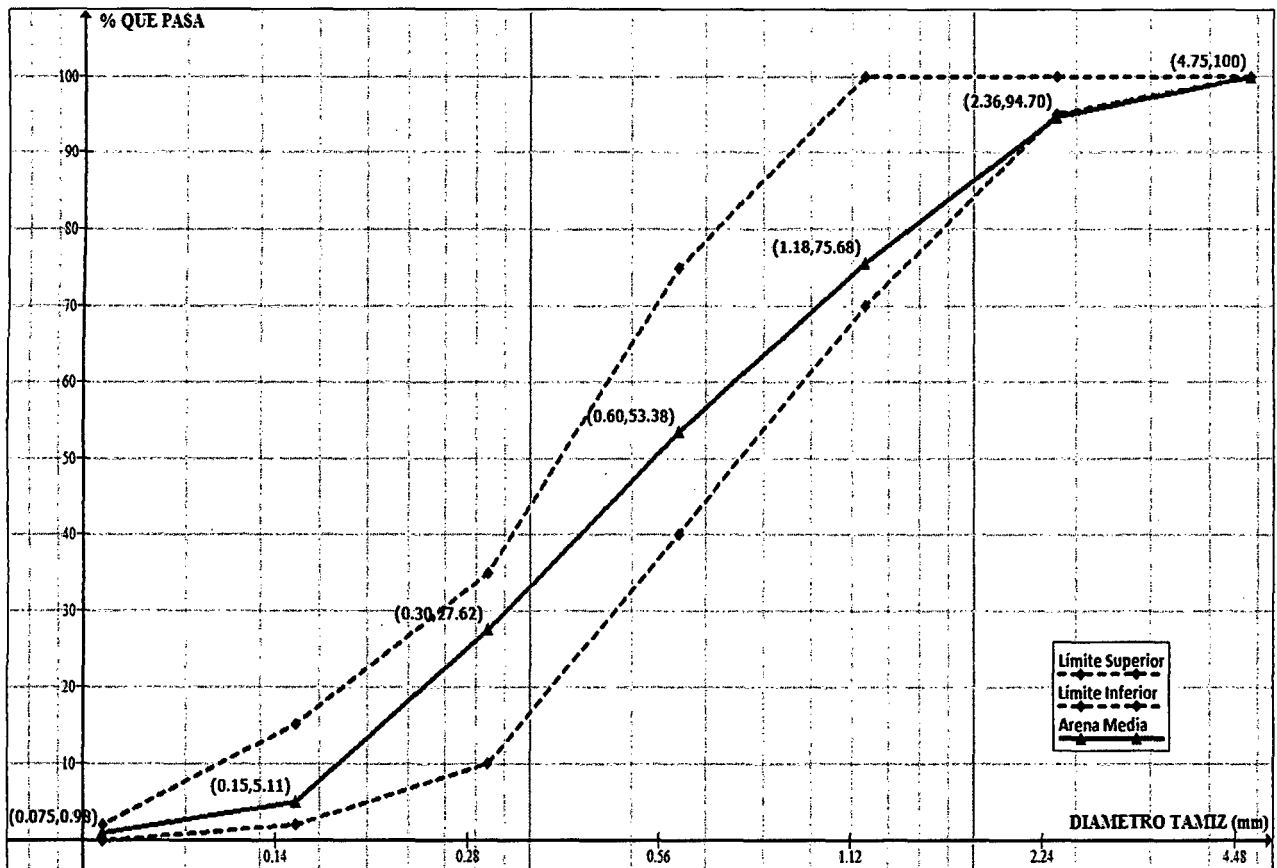


Figura 4.1. Gráfica Granulometría de la Arena Media.

Analizando los datos podemos afirmar lo siguiente:

- El módulo de fineza cumple con lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.070 que nos establece que éste valor tiene que estar comprendido entre 1.6 – 2.5.
- El valor del módulo de fineza se encuentra casi en el límite superior establecido en la norma, lo que indica que la arena presenta mayor cantidad de partículas gruesas.
- El porcentaje retenido acumulado entre las mallas: malla #50 y la malla #8 es de 67.08 %, por lo que vemos que la mayor parte de la granulometría pertenece según a la norma como **Arena Media**.



4.2.2. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ARENA MEDIA

El contenido humedad, nos va a servir para poder determinar la cantidad de agua a utilizar en la mezcla, con el fin de que la relación agua – cemento, sea la ideal según los parámetros idóneos que establecen las normas como la N.T.P. E.070. Se determinó que el contenido de humedad es:

$$CH = 100 \times \frac{1866 - 1722}{1722}$$
$$CH = 8.36 \%$$

4.3. MORTERO

4.3.1. DISEÑO DE MORTERO

MORTERO TIPO P2 O TIPO S (CON CAL)

DATOS:

Pe masa (cemento ICo) =	3.05 g/cm ³
Aire =	1.00 %
Pe masa (Cal Comacsa) =	2.30 g/cm ³
Peso Unitario Suelto (Cal Comacsa) =	650 Kg/m ³
Pe masa (arena) =	2.63 g/cm ³
Absorción (arena) =	1.40 %
Peso Unitario Suelto Seco (arena) =	1471 Kg/m ³
Contenido de Humedad =	8.36 %
f'_{cr} =	150 Kg/m ³
A/C =	0.80
Bolsa Cemento =	42.50 Kg



PROCEDIMIENTO:

1. Materiales en base a una bolsa de cemento:

$$\text{Cemento} = 1.0 * 42.5 = 42.50 \text{ Kg}$$

$$\text{Cal} = \frac{0.5 * 650}{35.315} = 9.20 \text{ Kg}$$

$$\text{Arena} = \frac{4.0 * 1471}{35.315} = 166.61 \text{ Kg}$$

$$\text{Agua} = 0.8 * 42.5 = 34.00 \text{ Kg}$$

2. Volúmenes Absolutos:

$$\text{Cemento} = \frac{42.50}{3.05 * 1000} = 0.01393443 \text{ m}^3$$

$$\text{Cal} = \frac{9.20}{2.30 * 1000} = 0.00400126 \text{ m}^3$$

$$\text{Arena} = \frac{4.0 * 1471}{35.315} = 0.06335162 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{34.00}{1000} = 0.03400000 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = \frac{1.0}{100} * 0.11528730 = 0.00115287 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen} = 0.11644017 \text{ m}^3$$

Entonces el rendimiento será:

$$\text{Rendimiento} = \frac{1}{0.11644017} = 8.59 \text{ Bol}$$

3. Materiales de diseño por m³:

$$\text{CEMENTO} = 42.50 * 8.59 = 364.99 \text{ Kg}$$

$$\text{CAL} = 9.20 * 8.59 = 79.04 \text{ Kg}$$

$$\text{ARENA} = 166.61 * 8.59 = 1430.90 \text{ Kg}$$

$$\text{AGUA DISEÑO} = 34.00 * 8.59 = 292.00 \text{ L}$$

4. Corrección por Humedad de los materiales por m³:

$$ARENA = 1430.90 \left(1 + \frac{8.36}{100}\right) = 1550.53 \text{ Kg}$$

$$AGUA EFECTIVA = 292.00 - 1430.90 \left(\frac{8.36 - 1.40}{100}\right) = 192.40 \text{ L}$$

Entonces tenemos:

$$CEMENTO = 364.99 \text{ Kg}$$

$$CAL = 79.04 \text{ Kg}$$

$$ARENA = 1550.53 \text{ Kg}$$

$$AGUA EFECTIVA = 192.40 \text{ L}$$

Proporción en peso de la mezcla en obra:

$$\frac{364.99}{364.99} : \frac{79.04}{364.99} : \frac{1550.53}{364.99} / \frac{192.40}{364.99}$$

$$1.0 : 0.2 : 4.2 / 0.53$$

5. Proporciones en volumen de la mezcla en obra:

$$CEMENTO = \frac{364.99}{42.5} = 8.59 \text{ pie}^3$$

$$CAL = \frac{79.04}{650.00 * 35.315} = 4.29 \text{ pie}^3$$

$$ARENA = \frac{1550.53}{1471 * 1.0836 * 35.315} = 34.35 \text{ pie}^3$$

$$AGUA EFECTIVA = 192.40 \text{ L}$$

Entonces la proporción en volumen de la mezcla en obra será:

$$\frac{8.59}{8.59} : \frac{8.59}{8.59} : \frac{34.35}{8.59} / \frac{192.40}{364.99}$$

$$1.0 : 0.5 : 4.0 / 0.53$$

MORTERO TIPO P2 O TIPO S (SIN CAL)

DATOS:

$$\begin{aligned} \text{Pe masa (cemento ICo)} &= 3.05 \text{ g/cm}^3 \\ \text{Aire} &= 1.00 \% \\ \text{Pe masa (arena)} &= 2.63 \text{ g/cm}^3 \\ \text{Absorción (arena)} &= 1.40 \% \\ \text{Peso Unitario Suelto Húmedo (arena)} &= 1471 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{Contenido de Humedad} &= 8.36 \% \\ f'_{cr} &= 150 \text{ Kg/m}^3 \\ A/C &= 0.80 \\ \text{Bolsa Cemento} &= 42.50 \text{ Kg} \end{aligned}$$

PROCEDIMIENTO:

1. Materiales en base a una bolsa de cemento:

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= 1.0 * 42.5 = 42.50 \text{ Kg} \\ \text{Arena} &= \frac{4.0 * 1471}{35.315} = 166.61 \text{ Kg} \\ \text{Agua} &= 0.8 * 42.5 = 34.00 \text{ Kg} \end{aligned}$$

2. Volúmenes Absolutos:

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= \frac{42.50}{3.05 * 1000} = 0.01393443 \text{ m}^3 \\ \text{Arena} &= \frac{4.0 * 1471}{35.315} = 0.06335162 \text{ m}^3 \\ \text{Agua} &= \frac{34.00}{1000} = 0.03400000 \text{ m}^3 \\ \text{Aire} &= \frac{1.0}{100} * 0.11128604 = 0.00111286 \text{ m}^3 \\ \text{Volumen Absoluto} &= 0.11239890 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Entonces el rendimiento será:

$$\text{Rendimiento} = \frac{1}{0.11239890} = 8.90 \text{ Bol}$$



3. Materiales de diseño por m^3 :

$$CEMENTO = 42.50 * 8.90 = 378.12 \text{ Kg}$$

$$ARENA = 166.61 * 8.90 = 1482.35 \text{ Kg}$$

$$AGUA \text{ DISEÑO} = 34.00 * 8.90 = 302.49 \text{ L}$$

4. Corrección por Humedad de los materiales por m^3 :

$$ARENA = 1482.35 \left(1 + \frac{8.36}{100} \right) = 1606.28 \text{ Kg}$$

$$AGUA \text{ EFECTIVA} = 302.49 - 1482.35 \left(\frac{8.36 - 1.40}{100} \right) = 199.32 \text{ L}$$

Entonces tenemos:

$$CEMENTO = 378.12 \text{ Kg}$$

$$ARENA = 1606.28 \text{ Kg}$$

$$AGUA \text{ EFECTIVA} = 199.32 \text{ L}$$

Proporción en peso de la mezcla en obra:

$$\frac{378.12}{378.12} : \frac{1606.28}{378.12} / \frac{199.32}{378.12}$$

$$1.0 : 4.2 / 0.53$$

5. Proporciones en volumen de la mezcla en obra:

$$CEMENTO = \frac{378.12}{42.5} = 8.90 \text{ pie}^3$$

$$ARENA = \frac{1606.28}{1471 * 1.0836 * 35.315} = 35.58 \text{ pie}^3$$

$$AGUA \text{ EFECTIVA} = 199.32 \text{ L}$$

Entonces la proporción en volumen de la mezcla en obra será:

$$\frac{8.24}{8.24} : \frac{32.98}{8.24} / \frac{199.32}{378.12}$$

$$1.0 : 4.0 / 0.53$$

4.3.2. ESPECÍMENES DE MORTERO

Los resultados obtenidos del ensayo de los especímenes de mortero con cal y sin cal se muestran en la Tabla 4.19 y la Tabla 4.20, también se muestra la comparación de la resistencia a compresión de los especímenes con la resistencia a compresión de los ladrillos en la Tabla 4.21.

Tabla 4.19. Mortero con Cal.

ESPECIMEN	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)
MC-01	5.00	19.63	3180	161.96
MC-02	5.00	19.63	3440	175.20
MC-03	5.00	19.63	3120	158.90
MC-04	5.00	19.63	2980	151.77
MC-05	5.00	19.63	3020	153.81
MC-06	5.00	19.63	2960	150.75
PROMEDIO				158.73

Tabla 4.20. Mortero sin Cal.

ESPECIMEN	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)
MS-01	5.00	19.63	2730	139.04
MS-02	5.00	19.63	2880	146.68
MS-03	5.00	19.63	2680	136.49
MS-04	5.00	19.63	2780	141.58
MS-05	5.00	19.63	2700	137.51
MS-06	5.00	19.63	2860	145.66
PROMEDIO				141.16

Tabla 4.21. Comparación de Resistencia a Compresión entre Especímenes de Mortero y Ladrillos.

TIPO DE MORTERO	RESISTENCIA (kg/cm ²)	COMPARACIÓN CON:	
		Ladrillo de Arcilla: 145.83 Kg/cm ²	Ladrillo de Concreto: 151.46 Kg/cm ²
Mortero Con Cal	158.73	La variación entre resistencias de ladrillo y del mortero es del 8.84%	La variación entre resistencias de ladrillo y del mortero es del 4.79%
Mortero Sin Cal	141.16	La variación entre resistencias de ladrillo y del mortero es del 3.20%	La variación entre resistencias de ladrillo y del mortero es del 6.80%

Analizando los datos podemos afirmar lo siguiente:

- La resistencia de los Especímenes de Mortero con Cal tienen un valor de 158.73 Kg/cm^2
- La resistencia de los Especímenes de Mortero con Cal tienen un valor de 141.16 Kg/cm^2
- La diferencia entre los Especímenes de mortero en porcentaje es del 12.44 % respecto del mayor valor.

4.4. PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

4.4.1. PILAS

a. **Resistencia Característica de la Albañilería a Compresión Axial (f'_m):** Los valores de Resistencia a Compresión Axial podemos observarlo en la Tabla 4.21.

Tabla 4.22. Cálculo de la Resistencia Característica de la Albañilería a Compresión Axial.

ILAS	AREA (cm^2)	CARGA ULTIMA (Tn)	f_m (Kg/cm^2)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCIÓN	f_m (Kg/cm^2)	\bar{f}_m (Kg/cm^2)	σ	f'_m (kg/cm^2)
CC-01	362.50	45.3	124.97	2.759	0.857	107.10	114.19	4.92	109.27
CC-02	362.50	50.0	137.93	2.759	0.857	118.21			
CC-03	362.50	48.6	134.07	2.759	0.857	114.90			
CC-04	362.50	49.3	136.00	2.759	0.857	116.55			
CS-01	362.50	39.0	107.59	2.759	0.857	92.20	97.58	7.35	90.23
CS-02	362.50	38.5	106.21	2.759	0.857	91.02			
CS-03	362.50	42.5	117.24	2.759	0.857	100.47			
CS-04	362.50	45.1	124.41	2.759	0.857	106.62			
AC-01	312.00	27.0	86.54	3.077	0.913	79.01	74.62	4.31	70.31
AC-02	312.00	26.0	83.33	3.077	0.913	76.08			
AC-03	312.00	23.5	75.32	3.077	0.913	68.77			
AC-04	312.00	25.5	81.73	3.077	0.913	74.62			
AS-01	312.00	26.0	83.33	3.077	0.913	76.08	72.43	7.01	65.41
AS-02	312.00	27.5	88.14	3.077	0.913	80.47			
AS-03	312.00	22.5	72.12	3.077	0.913	65.85			
AS-04	312.00	23.0	73.72	3.077	0.913	67.31			

Analizando los datos podemos afirmar lo siguiente:

- Pilas de Concreto con mortero con Cal, tiene un valor de $f'_m = 109.27 \text{ kg/cm}^2$
- Pilas de Concreto con mortero sin Cal, tienen un valor de $f'_m = 90.23 \text{ kg/cm}^2$
- Pilas de Arcilla con mortero sin Cal, tienen un valor de $f'_m = 70.31 \text{ kg/cm}^2$
- Pilas de Arcilla con mortero sin Cal, tienen un valor de $f'_m = 65.41 \text{ kg/cm}^2$

b. Módulo de Elasticidad de la Albañilería (E_m): El valor del Módulo de Elasticidad de la Albañilería se calculó de las gráficas y en la Tabla 4.22. podemos ver los valores que son los siguientes:

Tabla 4.23. Cálculo del Módulo de Elasticidad de la Albañilería.

PILA	E_m (Kg/cm ²)	PROMEDIO	
		E_m (Kg/cm ²)	E_m (Tn/m ²)
PCC-01	57986.00	58154.00	581540.00
PCC-02	59483.00		
PCC-03	53992.00		
PCC-04	61155.00		
PCS-01	50174.00	48356.00	483560.00
PCS-02	43980.00		
PCS-03	49616.00		
PCS-04	49654.00		
PAC-01	31637.00	31791.75	317917.50
PAC-02	31639.00		
PAC-03	29439.00		
PAC-04	34452.00		
PAS-01	36689.00	29447.00	294470.00
PAS-02	26717.00		
PAS-03	31637.00		
PAS-04	22745.00		

Analizando los datos podemos afirmar lo siguiente:

- Pilas de Concreto con mortero con Cal, tiene un valor de $E_m = 58154 \text{ kg/cm}^2$
- Pilas de Concreto con mortero sin Cal, tienen un valor de $E_m = 48356 \text{ kg/cm}^2$
- Pilas de Arcilla con mortero sin Cal, tienen un valor de $E_m = 31791.75 \text{ kg/cm}^2$
- Pilas de Arcilla con mortero sin Cal, tienen un valor de $E_m = 29447 \text{ kg/cm}^2$

4.4.2. MURETES

a. **Resistencia Característica de la Albañilería al Corte (v'_m):** La resistencia característica de la Albañilería al Corte se utiliza en los cálculos para el diseño de muros, para la determinación de la resistencia al corte en el entrepiso "i" de uno de los muros (V_m). Y estos son los resultados obtenidos, analizando la Tabla 4.23, podemos decir que:

Tabla 4.24. Cálculo de la Resistencia Característica de la Albañilería al Corte.

MURETE	ESPESOR (cm)	DIAGONAL (cm)	AREA DIAGONAL (cm ²)	CARGA ULTIMA P (Kg)	v_m (Kg/cm ²)	Promedio \bar{v}_m (Kg/cm ²)	σ	v'_m (Kg/cm ²)
MCC-01	14.5	101.8	1476.1	15640	10.60	11.01	0.52	10.49
MCC-02	14.5	101.8	1476.1	15980	10.83			
MCC-03	14.5	101.8	1476.1	17120	11.60			
MCS-01	14.5	101.8	1476.1	13400	9.08	9.45	0.32	9.13
MCS-02	14.5	101.8	1476.1	14250	9.65			
MCS-03	14.5	101.8	1476.1	14180	9.61			
MAC-01	13.0	101.8	1323.4	10890	8.23	8.60	0.39	8.20
MAC-02	13.0	101.8	1323.4	11320	8.55			
MAC-03	13.0	101.8	1323.4	11920	9.01			
MAS-01	13.0	101.8	1323.4	10400	7.86	8.12	0.25	7.87
MAS-02	13.0	101.8	1323.4	10760	8.13			
MAS-03	13.0	101.8	1323.4	11060	8.36			

Analizando los datos podemos afirmar lo siguiente:

- Los muretes de ladrillos de concreto con mortero con cal presenta un valor de $v'_m = 10.49 \text{ Kg/cm}^2$.
- Los muretes de ladrillos de concreto con mortero sin cal presenta un valor de $v'_m = 9.13 \text{ Kg/cm}^2$
- Los muretes de ladrillos de arcilla con mortero con cal presenta un valor de $v'_m = 8.20 \text{ Kg/cm}^2$
- Los muretes de ladrillos de arcilla con mortero sin cal presenta un valor $v'_m = 7.87 \text{ Kg/cm}^2$

4.4.3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

a. Factores de la Resistencia Característica de la Albañilería a Compresión

Axial (f'_m): En la evaluación de resultados de la resistencia a compresión axial (f'_m), se determinará un factor de correlación (α) entre las diferentes combinaciones. Se tomará como línea base o valor patrón a la combinación que en la hipótesis se ha supuesto que será el del mayor valor es decir la COMBINACIÓN 1 (ladrillo de concreto con mortero con cal).

Tabla 4.25. Factor de Correlación de los Valores de Resistencia a Compresión Axial.

COMBINACIÓN	f'_m (Kg/cm ²)	FACTOR DE CORRELACIÓN (α)
COMBINACIÓN 1 (Ladrillo Concreto-Mortero Con Cal)	109.27	1.00
COMBINACIÓN 2 (Ladrillo Concreto-Mortero Sin Cal)	90.23	0.83
COMBINACIÓN 3 (Ladrillo Arcilla - Mortero Con Cal)	70.31	0.64
COMBINACIÓN 4 (Ladrillo Arcilla - Mortero Sin Cal)	65.41	0.60

b. Factores de la Resistencia Característica de la Albañilería al Corte (v'_m): En la evaluación de resultados de la resistencia al corte (v'_m), se determinará un factor de correlación (β) entre las diferentes combinaciones. Se tomará como línea base o valor patrón a la combinación que en la hipótesis se ha supuesto que será el del mayor valor es decir la COMBINACIÓN 1 (ladrillo de concreto con mortero con cal).

Tabla 4.26. Factor de Correlación de Valores de Resistencia de la Albañilería al Corte.

COMBINACIÓN	v'_m (Kg/cm ²)	FACTOR DE CORRELACIÓN (β)
COMBINACIÓN 1 (Ladrillo Concreto-Mortero Con Cal)	10.49	1.00
COMBINACIÓN 2 (Ladrillo Concreto-Mortero Sin Cal)	9.13	0.87
COMBINACIÓN 3 (Ladrillo Arcilla - Mortero Con Cal)	8.20	0.78
COMBINACIÓN 4 (Ladrillo Arcilla - Mortero Sin Cal)	7.87	0.75

c. Factores del Módulo de Elasticidad de la Albañilería (E_m): En la evaluación de resultados del módulo de elasticidad (E_m), se determinará un factor de correlación (γ) entre las diferentes combinaciones. Se tomará como línea base o valor patrón a la combinación que en la hipótesis se ha supuesto que será el del mayor valor es decir la COMBINACIÓN 1 (ladrillo de concreto con mortero con cal).

Tabla 4.27. Factor de Correlación del Módulo de Elasticidad.

COMBINACIÓN	E_m (Kg/cm ²)	FACTOR DE CORRELACIÓN (γ)
COMBINACIÓN 1 (Ladrillo Concreto-Mortero Con Cal)	58154.00	1.00
COMBINACIÓN 2 (Ladrillo Concreto-Mortero Sin Cal)	48356.00	0.83
COMBINACIÓN 3 (Ladrillo Arcilla - Mortero Con Cal)	31791.75	0.55
COMBINACIÓN 4 (Ladrillo Arcilla - Mortero Sin Cal)	29447.00	0.51

d. Comparación de la f'_m y la v'_m : Según la Norma E.070, nos dice que el valor de la resistencia característica de la albañilería al corte está sujeta a la siguiente fórmula:

$$v'_m \leq \sqrt{f'_m}$$

En el caso de que el valor (v'_m) obtenido en los ensayos sea mayor, entonces se utilizará en valor teórico que se obtiene de la fórmula, netamente para diseño de muros de albañilería. En la Tabla 4.27., observamos que:

Tabla 4.28. Comparación de la f'_m y la v'_m según la norma E.070.

COMBINACIÓN	ENSAYOS		NORMA E.070 $v'_m \leq \sqrt{f'_m}$	DISEÑO
	v'_m (Kg/cm ²)	f'_m (Kg/cm ²)	v'_m máx (Kg/cm ²)	v'_m (Kg/cm ²)
COMBINACIÓN 1 (Ladrillo Concreto-Mortero Con Cal)	10.49	109.27	10.45	10.45
COMBINACIÓN 2 (Ladrillo Concreto-Mortero Sin Cal)	9.13	90.23	9.50	9.13
COMBINACIÓN 3 (Ladrillo Arcilla - Mortero Con Cal)	8.20	70.31	8.39	8.20
COMBINACIÓN 4 (Ladrillo Arcilla - Mortero Sin Cal)	7.87	65.41	8.09	7.87

- En la COMBINACIÓN 1, el valor de la resistencia al corte de la albañilería del ensayo es mayor a la resistencia al corte de la albañilería que establece la norma, por lo que en la COMBINACIÓN 1 el valor para el diseño utilizando esta combinación será la que establece la norma, es decir $v'_m = 10.45 \text{ Kg/cm}^2$.
- En la COMBINACIÓN 2, el valor de la resistencia al corte de la albañilería del ensayo es menor a la resistencia al corte de la albañilería que establece la norma, por lo que en la COMBINACIÓN 2 el valor para el diseño utilizando esta combinación será la que se obtuvo en los ensayos, es decir $v'_m = 9.13 \text{ Kg/cm}^2$.

- En la COMBINACIÓN 3, el valor de la resistencia al corte de la albañilería del ensayo es menor a la resistencia al corte de la albañilería que establece la norma, por lo que en la COMBINACIÓN 3 el valor para el diseño utilizando esta combinación será la que se obtuvo en los ensayos, es decir $v'_m = 8.20 \text{ Kg/cm}^2$.
- En la COMBINACIÓN 4, el valor de la resistencia al corte de la albañilería del ensayo es menor a la resistencia al corte de la albañilería que establece la norma, por lo que en la COMBINACIÓN 4 el valor para el diseño utilizando esta combinación será la que se obtuvo en los ensayos, es decir $v'_m = 7.87 \text{ Kg/cm}^2$.

e. **Comparación del (E_m) y la (f'_m):** Según la Norma E.070, nos establece que la razón entre el módulo de elasticidad (E_m) y la resistencia a compresión axial teórico debe ser para:

Ladrillos de concreto: $E_m = 700f'_m$

Ladrillos de arcilla: $E_m = 500f'_m$

Tabla 4.29. Comparación de la f'_m y la E_m según la norma E.070.

COMBINACIÓN	ENSAYOS			NORMA E.070 E_m/f'_m	DIFERENCIA CON TEORICO
	f'_m (Kg/cm ²)	E_m (Kg/cm ²)	E_m/f'_m		(%)
COMBINACIÓN 1 (Ladrillo Concreto-Mortero Con Cal)	109.27	58154.00	532.19	700	-23.97
COMBINACIÓN 2 (Ladrillo Concreto-Mortero Sin Cal)	90.23	48356.00	535.91		-23.44
COMBINACIÓN 3 (Ladrillo Arcilla - Mortero Con Cal)	70.31	31791.75	452.15	500	-9.57
COMBINACIÓN 4 (Ladrillo Arcilla - Mortero Sin Cal)	65.41	29447.00	450.18		-9.96



- En el caso de las combinaciones con ladrillos de concreto observamos que los valores obtenidos son mucho menores a lo establecido en el caso de la COMBINACIÓN 1 es un 23.97 % menor y en la COMBINACIÓN 2 es un 23.44 % menor.
- En el caso de las combinaciones con ladrillos de arcilla observamos que los valores obtenidos son ligeramente menores a lo establecido en el caso de la COMBINACIÓN 3 es un 9.57 % menor y en la COMBINACIÓN 4 es un 9.96 % menor.

4.5. ANÁLISIS DE COSTOS

Para analizar qué tipo de combinación resulta ser el más económico en la construcción de muros de albañilería, se comparó tanto el precio del ladrillo como la cantidad de mortero requerido, no se tendrá en cuenta la mano de obra ni el costo de las herramientas. Para este análisis se usó el área de un murete $0.5184 m^2$ como unidad de medida y los siguientes precios de materiales.

Tabla 4.30. Costos de Materiales Utilizados en la Construcción de Muros de Albañilería.

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIALES	COSTO (S/.)
01	<i>Bol</i>	CEMENTO PACASMAYO TIPO IC ₀	22.00
01	m^3	ARENA MEDIA DE RIO (HUAYRAPONGO)	80.00
01	<i>Kg</i>	CAL HIDRATADA (COMACSA)	0.50
01	<i>Unid</i>	LADRILLO INDUSTRIAL DE ARCILLA	1.00
01	<i>Unid</i>	LADRILLO ARTESANAL DE CONCRETO	0.70

El volumen de mortero será:

- $V_{arcilla} = 0.007605 m^3$
- $V_{concreto} = 0.0084825 m^3$



ANÁLISIS DE COSTOS DE LA COMBINACIÓN 1

DESCRIPCIÓN: Murete de Ladrillo Artesanal de Concreto de área igual a 0.5184 m^2 , con mortero (cemento, cal, arena) = 1: 1/2: 4

DATOS:

Volumen (mortero) = 0.0084825 m^3
 Peso Unitario de la Cal = 650 kg/m^3
 A/C (volumen) = 0.80
 Área murete = 0.5184 m^2
 Rendimiento (MO) = $6.45 \text{ m}^2/\text{Día}$

Materiales en volumen por bolsa de cemento:

CEMENTO =	1.0 pie ³	=	0.0283206 m ³	
CAL =	0.5 pie ³	=	0.0141603 m ³	
ARENA =	4.0 pie ³	=	0.1132824 m ³	
AGUA =	0.8 pie ³	=	0.0226565 m ³	
TOTAL =			0.1784197 m³	

Materiales en volumen para un murete de 0.5184 m^2 , **Factor = 0.0475424**

CEMENTO =	0.0013464 m ³	x 35.31 =	0.0475424 Bol
CAL =	0.0006732 m ³	x 650.00 =	0.4375893 Kg
ARENA =	0.0053857 m³		

DESCRIPCIÓN	UNIDAD CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	
MANO DE OBRA					
Operario	hh	1.00	1.24	5.35	6.64
Peón	hh	0.50	0.62	4.58	2.84
SUBTOTAL					9.47
MATERIAL					
Ladrillo de Concreto	Unid		21.00	0.70	14.70
Cemento Tipo ICo	Bol		0.0475424	22.00	1.05
Arena Media de Rio	m ³		0.0053857	80.00	0.43
Cal Hidratada	Kg		0.4375893	0.50	0.22
SUBTOTAL					16.40
EQUIPOS					
Herramientas Manuales	%MO		3.00	9.47	0.28
SUBTOTAL					0.28
TOTAL					26.15

COSTO TOTAL = TOTAL/ÁREA MURETE
COSTO TOTAL = 50.45 Soles/m²



ANÁLISIS DE COSTOS DE LA COMBINACIÓN 2

DESCRIPCIÓN: Murete de Ladrillo Artesanal de Concreto de área igual a 0.5184 m^2 , con mortero (cemento-arena) = 1:4

DATOS:

Volumen (mortero) = 0.0084825 m^3
A/C (volumen) = 0.80
Área murete = 0.5184 m^2
Rendimiento (MO) = $6.45 \text{ m}^2/\text{Día}$

Materiales en volumen por bolsa de cemento:

CEMENTO =	1.0 pie ³	=	0.0283206 m^3
ARENA =	4.0 pie ³	=	0.1132824 m^3
AGUA =	0.8 pie ³	=	0.0226565 m^3
TOTAL =			0.1642594 m^3

Materiales en volumen para un murete de 0.5184 m^2 , **Factor = 0.0516409**

CEMENTO =	0.0013464 m^3	x 35.31	=	0.0516409 Bol
ARENA =	0.0058500 m^3			

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					
Operario	hh	1.00	1.24	5.35	6.64
Peón	hh	0.50	0.62	4.58	2.84
SUBTOTAL					9.47
MATERIAL					
Ladrillo de Concreto	Unid		21.00	0.70	14.70
Cemento Tipo ICo	Bol		0.0516409	22.00	1.14
Arena Media de Rio	m ³		0.0058500	80.00	0.47
SUBTOTAL					16.30
EQUIPOS					
Herramientas Manuales	%MO		3.00	9.47	0.28
SUBTOTAL					0.28
TOTAL					26.06

COSTO TOTAL = TOTAL/ÁREA MURETE
COSTO TOTAL = 50.27 Soles/m²



ANÁLISIS DE COSTOS DE LA COMBINACIÓN 3

DESCRIPCIÓN: Murete de Ladrillo Industrial de Arcilla de área igual a 0.5184 m^2 , con mortero (cemento, cal, arena) = 1: 1/2: 4

DATOS:

Volumen (mortero) = 0.0076050 m^3
 Peso Unitario de la Cal = 650 kg/m^3
 A/C (volumen) = 0.80
 Área murete = 0.5184 m^2
 Rendimiento (MO) = $6.45 \text{ m}^2/\text{Día}$

Materiales en volumen por bolsa de cemento:

CEMENTO =	1.0 pie ³ =	0.0283206 m ³
CAL =	0.5 pie ³ =	0.0141603 m ³
ARENA =	4.0 pie ³ =	0.1132824 m ³
AGUA =	0.8 pie ³ =	0.0226565 m ³
TOTAL =		0.1784197 m³

Materiales en volumen para un murete de 0.5184 m^2 , **Factor = 0.0426242**

CEMENTO =	0.0013464 m ³	x 35.31 =	0.0426242 Bol
CAL =	0.0006732 m ³	x 650.00 =	0.3923214 Kg
ARENA =	0.0048286 m³		

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					
Operario	hh	1.00	1.24	5.35	6.64
Peón	hh	0.50	0.62	4.58	2.84
SUBTOTAL					9.47
MATERIAL					
Ladrillo de Concreto	Unid		21.00	1.00	21.00
Cemento Tipo ICo	Bol		0.0426242	22.00	0.94
Arena Media de Rio	m ³		0.0048286	80.00	0.39
Cal Hidratada	Kg		0.3923214	0.50	0.20
SUBTOTAL					22.52
EQUIPOS					
Herramientas Manuales	%MO		3.00	9.47	0.28
SUBTOTAL					0.28
TOTAL					32.28

COSTO TOTAL = TOTAL/ÁREA MURETE
COSTO TOTAL = 62.26 Soles/m²



ANÁLISIS DE COSTOS DE LA COMBINACIÓN 4

DESCRIPCIÓN: Murete de Ladrillo Industrial de Arcilla de área igual a 0.5184 m^2 , con mortero (cemento-arena) = 1:4

DATOS:

Volumen (mortero) = 0.0076050 m^3
 A/C (volumen) = 0.80
 Área murete = 0.5184 m^2
 Rendimiento (MO) = $6.45 \text{ m}^2/\text{Día}$

Materiales en volumen por bolsa de cemento:

CEMENTO =	1.0 pie ³ =	<u>0.0283206 m³</u>
ARENA =	4.0 pie ³ =	<u>0.1132824 m³</u>
AGUA =	0.8 pie ³ =	<u>0.0226565 m³</u>
TOTAL =		0.1642594 m³

Materiales en volumen para un murete de 0.5184 m^2 , **Factor = 0.0462987**

CEMENTO =	0.0013112 m ³	x 35.31 =	0.0462987 Bol
ARENA =	0.0052448 m ³		

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					
Operario	hh	1.00	1.24	5.35	6.64
Peón	hh	0.50	0.62	4.58	2.84
SUBTOTAL					9.47
MATERIAL					
Ladrillo de Concreto	Unid		21.00	1.00	21.00
Cemento Tipo ICo	Bol		0.0462987	22.00	1.02
Arena Media de Río	m ³		0.0052448	80.00	0.42
SUBTOTAL					22.44
EQUIPOS					
Herramientas Manuales	%MO		3.00	9.47	0.28
SUBTOTAL					0.28
TOTAL					32.20

COSTO TOTAL = TOTAL/ÁREA MURETE
COSTO TOTAL = 62.10 Soles/m²



Tomamos a la COMBINACIÓN 1 (Ladrillo de Concreto con Mortero con Cal) como combinación patrón y lo comparamos con las demás combinaciones, que se observan en la Tabla 4.34., los costos nos indican que:

Tabla 4.31. Comparación de Costos de las Combinaciones por 1 m².

COMBINACIÓN	COSTO (Soles/m ²)	COSTO (%)
COMBINACIÓN 1 (Ladrillo de Concreto con Mortero con Cal)	50.45	100.00
COMBINACIÓN 2 (Ladrillo de Concreto con Mortero sin Cal)	50.27	99.64
COMBINACIÓN 3 (Ladrillo de Arcilla con Mortero con Cal)	62.26	123.41
COMBINACIÓN 4 (Ladrillo de Arcilla con Mortero sin Cal)	62.10	123.09

- La COMBINACIÓN 1, tiene un costo por metro cuadrado de S/. 50.45 y es el precio que se toma como patrón, es decir el 100 %.
- La COMBINACIÓN 2, tiene un costo por metro cuadrado de S/. 50.27 y resulta ser el menor costo de todos y resulta ser de la combinación patrón un porcentaje menor de 0.36 %.
- La COMBINACIÓN 3, tiene un costo por metro cuadrado de S/. 62.26 y resulta ser mayor de la combinación patrón en un 23.41 %.
- La COMBINACIÓN 4, tiene un costo por metro cuadrado de S/. 62.10 y resulta ser mayor de la combinación patrón en un 23.09 %.



4.6. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La albañilería conformada por el ladrillo artesanal de concreto y el mortero tipo S o tipo P2 con cal de proporción 1:1/2:4, presentó mayor adherencia, que las hechas con ladrillo industrial de arcilla con mortero con cal, ladrillo industrial de arcilla con mortero sin cal y el ladrillo artesanal de concreto con mortero sin cal. Debido a que en los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación como la resistencia característica al corte, la resistencia característica a la compresión axial y el módulo de elasticidad son mayores en la COMBINACIÓN 1 (ladrillos de concreto con mortero con cal). Por lo tanto cabe concluir que la Hipótesis es verdadera.



CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La combinación que presenta mayor adherencia fue la COMBINACIÓN 1 (Ladrillo artesanal de concreto con mortero (Tipo S o Tipo P2) con cal), así como el segundo menor costo para su elaboración

5.1.1. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

- La variabilidad dimensional del ladrillo industrial de arcilla tiene un valor máximo de 1.04 % por lo que la Norma E.070 lo clasifica como Clase IV. La variabilidad dimensional del ladrillo artesanal de concreto tiene un valor máximo de 0.29 % por lo que la Norma E.070 lo clasifica como Clase V; entonces, el que presenta menor variabilidad es el ladrillo artesanal de concreto.
- El ladrillo industrial de arcilla presentan un alabeo de 0.45 *mm* producida por la concavidad, por lo que la Norma E.070 lo clasifica como Clase V. El ladrillo artesanal de concreto presentan un alabeo de 0.49 *mm* producida por la concavidad, por lo que la Norma E.070 lo clasifica como Clase V; entonces, ambos tienen casi el mismo valor y la misma clasificación.
- La resistencia a compresión del ladrillo industrial de arcilla tienen un valor de $f'_b = 145.83 \text{ Kg/cm}^2$, por lo que la Norma E.070 lo clasifica como Clase IV. La resistencia a compresión del ladrillo artesanal de concreto tienen un valor de $f'_b = 151.46 \text{ Kg/cm}^2$, por lo que la Norma E.070 lo clasifica como Clase IV; entonces, el ladrillo artesanal de concreto son un 3.86 % mayor con respecto a la resistencia a compresión del ladrillo industrial de arcilla.
- El peso promedio del ladrillo industrial de arcilla es 3930.50 *gr* y el peso promedio del ladrillo artesanal de concreto es de 5479.30 *gr*, el ladrillo artesanal de concreto son 28.27 % mayor al peso promedio del ladrillo industrial de arcilla.

- La absorción del ladrillo industrial de arcilla tienen un valor de 10.57 %. La absorción del ladrillo artesanal de concreto tienen un valor de 9.08 %, valores que se encuentran dentro de lo establecido por la Norma E.070.
- El porcentaje de ranuras del ladrillo industrial de arcilla tiene un valor de 29.7 % y la Norma E.070 lo clasifica como ladrillo sólido. El porcentaje de ranuras del ladrillo artesanal de concreto tiene un valor de 11.3 % y la Norma E.070 lo clasifica como ladrillo sólido.

5.1.2. MORTERO

- El mortero (Tipo S o Tipo P2) con Cal de proporción cemento-cal-arena 1:1/2:4, tiene una resistencia a compresión de 158.73 Kg/cm^2 y el mortero (Tipo S o Tipo P2) sin Cal de proporción cemento-arena 1:4, tiene una resistencia a compresión de 141.16 Kg/cm^2 y la diferencia entre el mortero con cal con respecto al mortero sin cal es de 12.45 % mayor.

5.1.3. PILAS DE ALBAÑILERÍA

- La resistencia característica de la albañilería a compresión axial de la COMBINACIÓN 1 (ladrillos de concreto con mortero con cal) fue de un valor $f'_m = 109.27 \text{ Kg/cm}^2$, el tipo de falla que se presentó fue frágil.
- La resistencia característica de la albañilería a compresión axial de la COMBINACIÓN 2 (ladrillos de concreto con mortero sin cal) fue de un valor $f'_m = 90.23 \text{ Kg/cm}^2$, el tipo de falla que se presentó fue frágil.
- La resistencia característica de la albañilería a compresión axial de la COMBINACIÓN 3 (ladrillos de arcilla con mortero con cal) fue de un valor $f'_m = 70.31 \text{ Kg/cm}^2$, el tipo de falla que se presentó fue frágil.
- La resistencia característica de la albañilería a compresión axial de la COMBINACIÓN 4 (ladrillos de arcilla con mortero sin cal) fue de un valor $f'_m = 65.41 \text{ Kg/cm}^2$, el tipo de falla que se presentó fue frágil.

- El módulo de elasticidad de la COMBINACIÓN 1 (ladrillos de concreto con mortero con cal) fue de un valor $E_m = 58154 \text{ Kg/cm}^2$ y la razón que establece la Norma E.070 entre E_m/f'_m es -23.97% .
- El módulo de elasticidad de la COMBINACIÓN 2 (ladrillos de concreto con mortero sin cal) fue de un valor $E_m = 48356 \text{ Kg/cm}^2$ y la razón que establece la Norma E.070 entre E_m/f'_m es -23.44% .
- El módulo de elasticidad de la COMBINACIÓN 3 (ladrillos de arcilla con mortero con cal) fue de un valor $E_m = 31791.75 \text{ Kg/cm}^2$ y la razón que establece la Norma E.070 entre E_m/f'_m es -9.57% .
- El módulo de elasticidad de la COMBINACIÓN 4 (ladrillos de arcilla con mortero sin cal) fue de un valor $E_m = 29447 \text{ Kg/cm}^2$ y la razón que establece la Norma E.070 entre E_m/f'_m es -9.96% .

5.1.4. MURETES DE ALBAÑILERÍA

- La resistencia característica de la albañilería al corte obtenido de los ensayos de la COMBINACIÓN 1 (ladrillos de concreto con mortero con cal) tiene un valor de $v'_m = 10.49 \text{ Kg/cm}^2$, pero para diseño mandará lo establecido en la Norma E.070 quedando el valor de $v'_m = 10.45 \text{ Kg/cm}^2$, la falla pasó por el ladrillo y el mortero y fue explosiva.
- La resistencia característica de la albañilería al corte obtenido de los ensayos de la COMBINACIÓN 2 (ladrillos de concreto con mortero sin cal) tiene un valor de $v'_m = 9.13 \text{ Kg/cm}^2$, y se lo utilizará para diseño, la falla pasó por el ladrillo y el mortero y fue explosiva.
- La resistencia característica de la albañilería al corte obtenido de los ensayos de la COMBINACIÓN 3 (ladrillos de arcilla con mortero con cal) tiene un valor de $v'_m = 8.20 \text{ Kg/cm}^2$, y se lo utilizará para diseño, la falla pasó por el ladrillo y el mortero y no fue explosiva.
- La resistencia característica de la albañilería al corte obtenido de los ensayos de la COMBINACIÓN 4 (ladrillos de arcilla con mortero sin cal) tiene un valor de $v'_m = 7.87 \text{ Kg/cm}^2$, y se lo utilizará para diseño, la falla pasó por el ladrillo y el mortero y no fue explosiva.



5.1.5. COSTO - BENEFICIO

- Tomando en consideración los valores de la resistencia característica de la albañilería a compresión axial y la resistencia característica de la albañilería al corte son los mayores las de la COMBINACIÓN 1 y a comparación de las otras combinaciones y el costo es sólo 0.36 % mayor del menor de todos los valores. Luego le sigue la COMBINACIÓN 2, COMBINACIÓN 3 y por último la COMBINACIÓN 4.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer un modelamiento y estudio estructural de una edificación con éstas características de albañilería de las diferentes combinaciones propuestas en ésta tesis.
- Utilizar y realizar ensayos y estudios con diferentes tipos de ladrillos y las combinaciones que puedan salir de todas éstas y utilizar agregados de diferentes canteras, así como agregados de río y de cerro.
- Se recomienda para la utilización de arena para la elaboración de mortero se recomienda ser tamizado, para retener las partículas más gruesas y que pueda cumplir con lo especificado en las normas.
- Hacer estudios con orificios de diferente geometría y dimensiones pero con la condición de que sean sólidos.
- Que la universidad produzca ladrillos de concreto con mejores estándares de calidad, debido a que los ladrillos de arcilla producidos en la zona de Cajamarca no cumplen con los estándares establecidos por las normas.
- Construir muros a escala natural con el fin de tener un mayor espectro del comportamiento real de estas combinaciones.
- La Facultad de Ingeniería con su Escuela de Ingeniería Civil, fomentar los conocimientos de éste tipo de investigaciones a la comunidad en las construcciones de albañilería por la integridad de las edificaciones, así como su seguridad y economía.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Alvarado Artidoro Morante Portocarrero, Tesis para el Título de Ingeniero Civil: "MEJORA DE LA ADHERENCIA MORTERO – LADRILLO DE CONCRETO", Pontificia Universidad Católica del Perú – Lima – Perú.
- ✓ Bachilleres Enrique Javier Tafur Sarmiento y Víctor Humberto Narro De los Ríos en su tesis titulada "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA", Universidad Nacional de Cajamarca – Perú.
- ✓ Cementos Pacasmayo.
- ✓ Enrique Rivva López, "Diseño de Mezclas" – 2007.
- ✓ Hurtado de Barrera, J. 2008. Notas del Módulo V: "La Investigación Holística". Diplomado Internacional Proyectos de Investigación Científica y Humanística. Universidad Nacional de Cajamarca.
- ✓ Norma Técnica E.030 Diseño Sismo resistente. Perú.
- ✓ Norma Técnica E.070 Albañilería. Perú.
- ✓ San Bartolomé, 1994, Construcciones de Albañilería.

ANEXOS 1

DATOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

- ✓ **Ensayo de Variabilidad Dimensional de las Unidades de Albañilería.**
- ✓ **Resistencia Característica a la Compresión Axial (f'_m).**
- ✓ **Gráficas para el Cálculo del Módulo de Elasticidad de la Albañilería (E_m) de la COMBINACIÓN 1 (PCC)**
- ✓ **Gráficas para el Cálculo del Módulo de Elasticidad de la Albañilería (E_m) de la COMBINACIÓN 2 (PCS)**
- ✓ **Gráficas para el Cálculo del Módulo de Elasticidad de la Albañilería (E_m) de la COMBINACIÓN 3 (PAC)**
- ✓ **Gráficas para el Cálculo del Módulo de Elasticidad de la Albañilería (E_m) de la COMBINACIÓN 4. (PAS)**
- ✓ **Ensayo de Resistencia Característica de la Albañilería al Corte (v'_m) de la COMBINACIÓN 1 (MCC)**
- ✓ **Ensayo de Resistencia Característica de la Albañilería al Corte (v'_m) de la COMBINACIÓN 2 (MCS)**
- ✓ **Ensayo de Resistencia Característica de la Albañilería al Corte (v'_m) de la COMBINACIÓN 3 (MAC)**
- ✓ **Ensayo de Resistencia Característica de la Albañilería al Corte (v'_m) de la COMBINACIÓN 4 (MAS)**

VARIABILIDAD DIMENSIONAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLO - 2 TIPOS DE MORTERO"
DESCRIPCIÓN: SE UTILIZARON 20 ESPECIMENES DE LADRILLO DE ARCILLA

ESPÉCIMEN	Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lo	A1	A2	A3	A4	Ao	H1	H2	H3	H4	Ho
LA-01	240	243	240	243	241.50	130	131	131	130	130.50	90	90	91	91	90.50
LA-02	241	240	241	240	240.50	131	131	131	132	131.25	91	91	89	91	90.50
LA-03	241	241	240	242	241.00	131	130	132	130	130.75	90	89	90	90	89.75
LA-04	241	241	240	240	240.50	131	130	131	131	130.75	88	89	90	90	89.25
LA-05	243	240	241	242	241.50	131	131	132	131	131.25	89	88	89	89	88.75
LA-06	239	239	239	240	239.25	131	129	129	131	130.00	89	89	89	89	89.00
LA-07	242	239	240	241	240.50	131	131	131	131	131.00	89	90	90	90	89.75
LA-08	241	240	240	241	240.50	132	131	132	129	131.00	90	90	89	89	89.50
LA-09	240	239	240	240	239.75	131	130	131	129	130.25	89	90	89	89	89.25
LA-10	240	239	240	239	239.50	131	131	131	129	130.50	88	90	89	89	89.00
LA-11	240	239	239	240	239.50	131	131	130	132	131.00	87	87	89	89	88.00
LA-12	240	240	240	240	240.00	132	131	131	132	131.50	90	89	90	89	89.50
LA-13	240	239	239	239	239.25	131	130	130	132	130.75	89	89	88	89	88.75
LA-14	239	239	240	239	239.25	132	130	131	130	130.75	87	88	88	89	88.00
LA-15	240	238	239	240	239.25	131	130	131	130	130.50	89	89	89	88	88.75
LA-16	240	238	238	240	239.00	132	130	131	130	130.75	88	88	88	88	88.00
LA-17	239	238	240	240	239.25	132	131	132	130	131.25	88	87	89	89	88.25
LA-18	239	239	238	240	239.00	131	130	131	129	130.25	88	90	90	89	89.25
LA-19	240	240	240	239	239.75	131	130	129	131	130.25	89	88	89	88	88.50
LA-20	240	239	240	240	239.75	130	130	131	129	130.00	89	89	89	89	89.00
	L				240.00	A				130.00	H				90.00
	\bar{L}				239.93	\bar{A}				130.71	\bar{H}				89.06
	V (%)				0.03	V (%)				-0.55	V (%)				1.04

VARIABILIDAD DIMENSIONAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLO - 2 TIPOS DE MORTERO"
DESCRIPCIÓN: SE UTILIZARON 20 ESPECIMENES DE LADRILLO DE CONCRETO

ESPECÍMEN	Longitud (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lo	A1	A2	A3	A4	Ao	H1	H2	H3	H4	Ho
LC-01	251	249	250	250	250.00	144	145	144	144	144.25	90	91	91	90	90.50
LC-02	251	249	251	251	250.50	145	146	146	146	145.75	89	89	89	90	89.25
LC-03	250	250	251	251	250.50	145	147	146	145	145.75	89	91	90	88	89.50
LC-04	251	251	250	250	250.50	145	146	146	146	145.75	89	89	89	89	89.00
LC-05	250	251	251	250	250.50	146	145	145	146	145.50	90	89	88	90	89.25
LC-06	250	251	250	250	250.25	146	145	146	145	145.50	91	91	90	92	91.00
LC-07	250	249	250	250	249.75	146	146	145	146	145.75	89	90	89	89	89.25
LC-08	250	250	249	249	249.50	145	145	144	144	144.50	89	89	90	89	89.25
LC-09	250	250	251	251	250.50	144	145	144	145	144.50	89	89	90	90	89.50
LC-10	249	250	250	250	249.75	145	144	145	146	145.00	89	88	90	90	89.25
LC-11	251	252	251	250	251.00	146	146	145	145	145.50	90	90	91	90	90.25
LC-12	252	251	251	251	251.25	145	144	146	146	145.25	90	90	89	90	89.75
LC-13	250	249	249	250	249.50	146	145	145	144	145.00	90	89	89	90	89.50
LC-14	250	251	250	249	250.00	146	145	144	145	145.00	89	90	90	89	89.50
LC-15	250	250	250	250	250.00	144	145	145	145	144.75	89	90	90	89	89.50
LC-16	250	251	251	251	250.75	146	147	147	146	146.50	91	91	91	90	90.75
LC-17	250	251	250	250	250.25	144	145	144	144	144.25	89	90	90	89	89.50
LC-18	250	250	249	251	250.00	145	144	145	145	144.75	90	90	89	91	90.00
LC-19	251	250	251	251	250.75	145	144	146	145	145.00	91	91	90	89	90.25
LC-20	250	250	250	250	250.00	145	145	145	145	145.00	90	90	90	90	90.00
	L				250.00	A				145.00	H				90.00
	\bar{L}				250.26	\bar{A}				145.16	\bar{H}				89.74
	V (%)				-0.11	V (%)				-0.11	V (%)				0.29

RESISTENCIA A LA CARGA AXIAL DE PILAS (f'm)

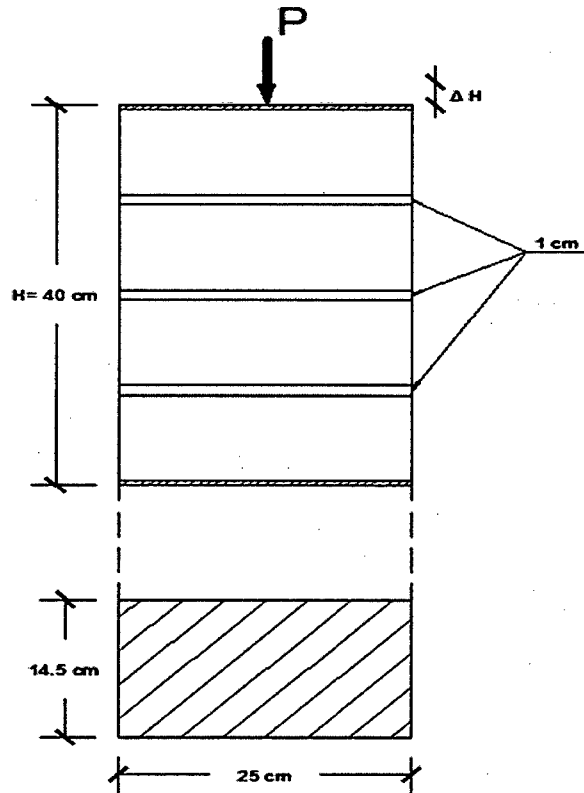
TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLO - 2 TIPOS DE MORTERO"
DESCRIPCIÓN: ENSAYO DE PILAS DE LAS DIFERENTES COMBINACIONES

PILAS	ALTURA (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	AREA (cm ²)	CARGA ULTIMA (Tn)	RESISTENCIA fm (Kg/cm ²)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCIÓN	fm (Kg/cm ²)	PROMEDIO fm (Kg/cm ²)	σ	f'm (kg/cm ²)
PCC-01	400	250	145	362.50	45.3	124.97	2.759	0.857	107.10	114.19	4.92	109.27
PCC-02	400	250	145	362.50	50.0	137.93	2.759	0.857	118.21			
PCC-03	400	250	145	362.50	48.6	134.07	2.759	0.857	114.90			
PCC-04	400	250	145	362.50	49.3	136.00	2.759	0.857	116.55			
PCS-01	400	250	145	362.50	39.0	107.59	2.759	0.857	92.20	97.58	7.35	90.23
PCS-02	400	250	145	362.50	38.5	106.21	2.759	0.857	91.02			
PCS-03	400	250	145	362.50	42.5	117.24	2.759	0.857	100.47			
PCS-04	400	250	145	362.50	45.1	124.41	2.759	0.857	106.62			
PAC-01	400	240	130	312.00	27.0	86.54	3.077	0.913	79.01	74.62	4.31	70.31
PAC-02	400	240	130	312.00	26.0	83.33	3.077	0.913	76.08			
PAC-03	400	240	130	312.00	23.5	75.32	3.077	0.913	68.77			
PAC-04	400	240	130	312.00	25.5	81.73	3.077	0.913	74.62			
PAS-01	400	240	130	312.00	26.0	83.33	3.077	0.913	76.08	72.43	7.01	65.41
PAS-02	400	240	130	312.00	27.5	88.14	3.077	0.913	80.47			
PAS-03	400	240	130	312.00	22.5	72.12	3.077	0.913	65.85			
PAS-04	400	240	130	312.00	23.0	73.72	3.077	0.913	67.31			

TABLA 10. Norma E-070 ALBAÑILERIA						
FACTORES DE CORRECIÓN DE f'm POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2	2.5	3	4	4.5	5
Factor	0.73	0.8	0.91	0.95	0.98	1

RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

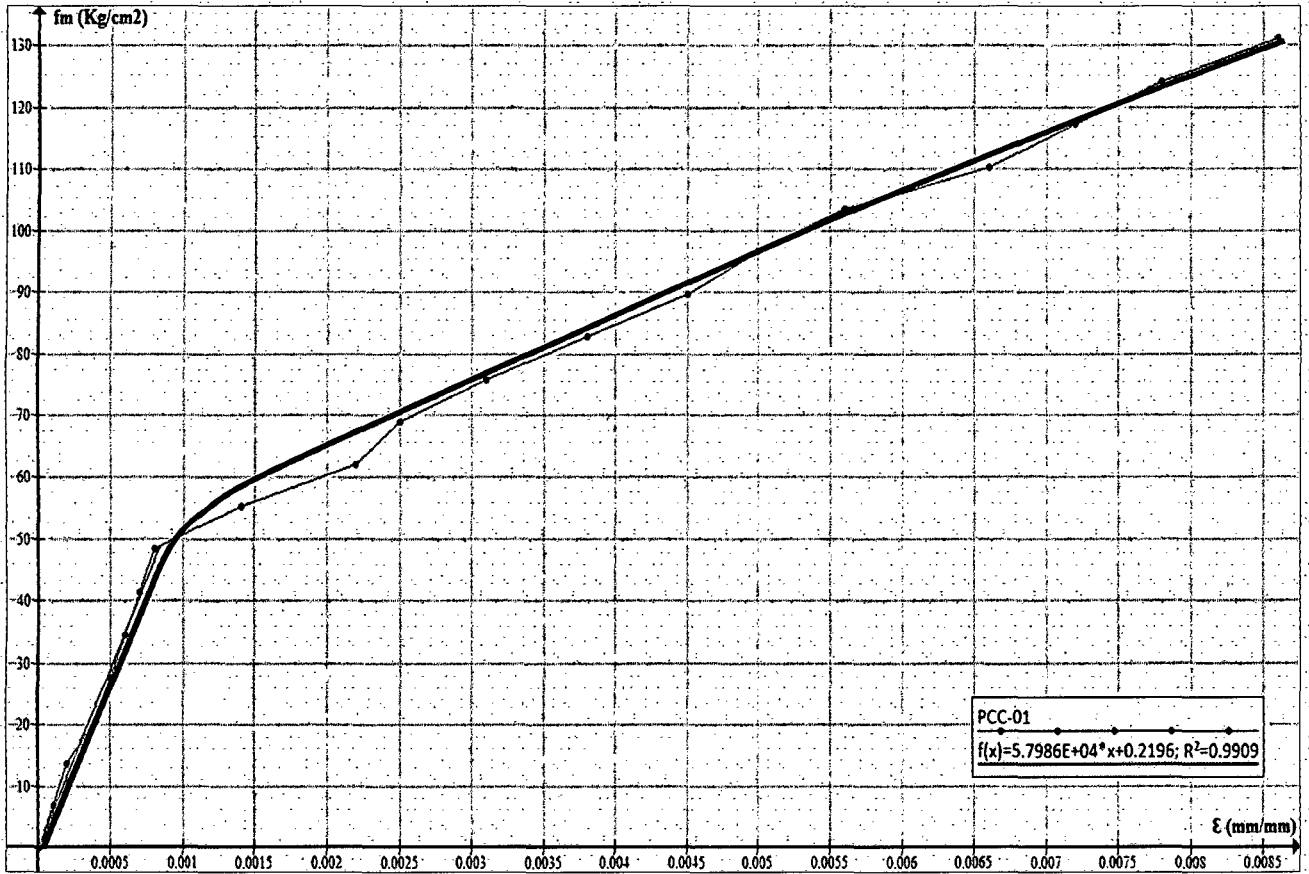
TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
 CODIGO: PCC-01



Altura = 40.00 cm

Carga Última (Tn)	Área (cm ²)	Resistencia f_m (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ϵ)
0.0	362.50	0.00	0.00	0.0000
2.5	362.50	6.90	0.05	0.0001
5.0	362.50	13.79	0.09	0.0002
7.5	362.50	20.69	0.15	0.0004
10.0	362.50	27.59	0.20	0.0005
12.5	362.50	34.48	0.25	0.0006
15.0	362.50	41.38	0.26	0.0007
17.5	362.50	48.28	0.30	0.0008
20.0	362.50	55.17	0.56	0.0014
22.5	362.50	62.07	0.89	0.0022
25.0	362.50	68.97	1.01	0.0025
27.5	362.50	75.86	1.24	0.0031
30.0	362.50	82.76	1.50	0.0038
32.5	362.50	89.66	1.78	0.0045
35.0	362.50	96.55	2.01	0.0050
37.5	362.50	103.45	2.25	0.0056
40.0	362.50	110.34	2.65	0.0066
42.5	362.50	117.24	2.89	0.0072
45.0	362.50	124.14	3.11	0.0078
47.5	362.50	131.03	3.45	0.0086

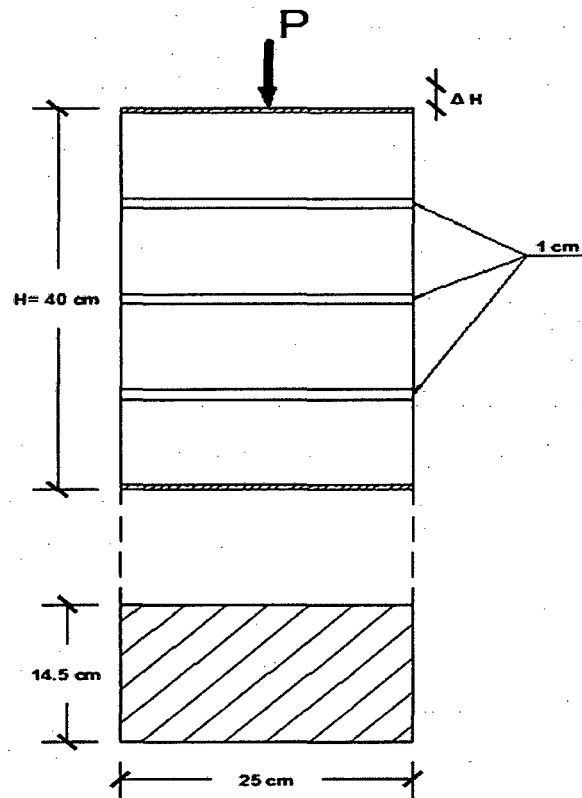
GRAFICA



MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm^2) = 57986.00

RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

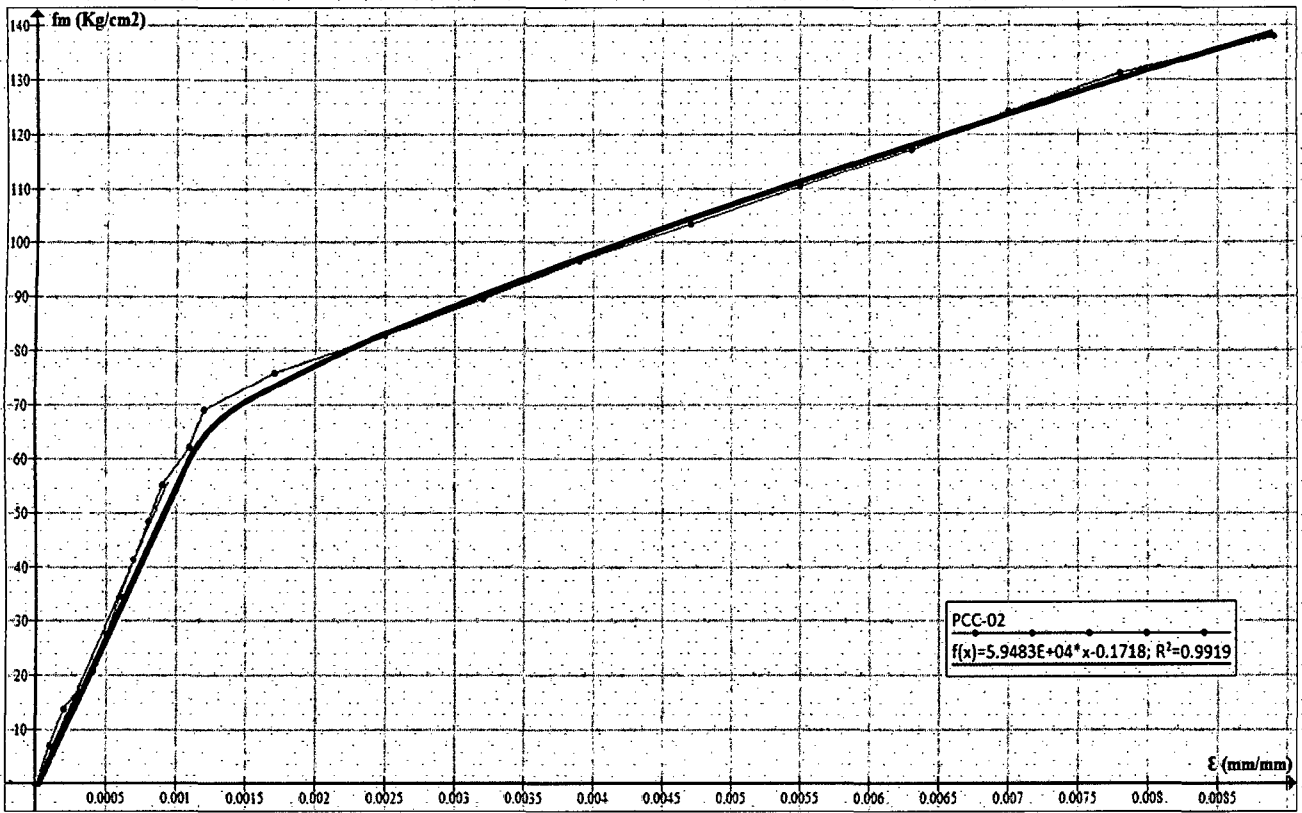
TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
 CODIGO: PCC-02



Altura = 40.00 cm

Carga Última (Tn)	Área (cm ²)	Resistencia fm (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0.0	362.50	0.00	0.00	0.0000
2.5	362.50	6.90	0.05	0.0001
5.0	362.50	13.79	0.09	0.0002
7.5	362.50	20.69	0.15	0.0004
10.0	362.50	27.59	0.21	0.0005
12.5	362.50	34.48	0.25	0.0006
15.0	362.50	41.38	0.29	0.0007
17.5	362.50	48.28	0.33	0.0008
20.0	362.50	55.17	0.37	0.0009
22.5	362.50	62.07	0.43	0.0011
25.0	362.50	68.97	0.49	0.0012
27.5	362.50	75.86	0.67	0.0017
30.0	362.50	82.76	0.99	0.0025
32.5	362.50	89.66	1.26	0.0032
35.0	362.50	96.55	1.55	0.0039
37.5	362.50	103.45	1.89	0.0047
40.0	362.50	110.34	2.21	0.0055
42.5	362.50	117.24	2.51	0.0063
45.0	362.50	124.14	2.80	0.0070
47.5	362.50	131.03	3.11	0.0078
50.0	362.50	137.93	3.54	0.0089

GRAFICA

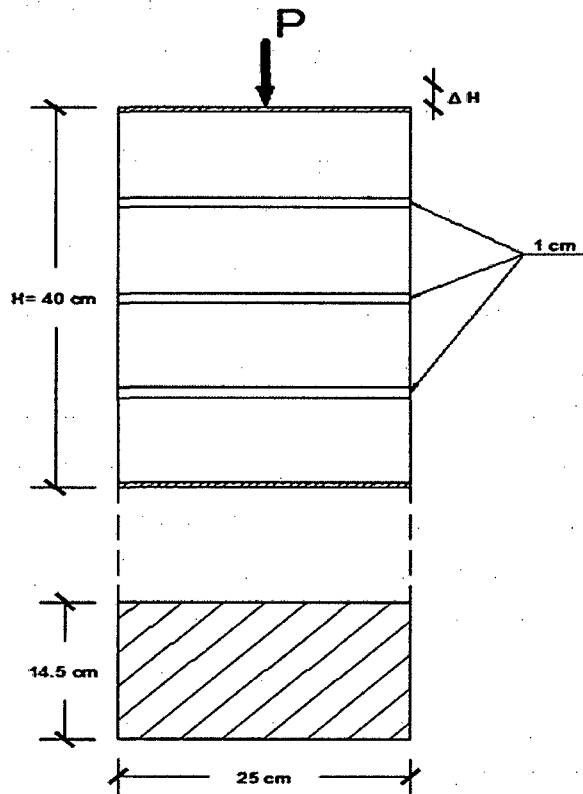


MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm^2) = 59483.00

RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

TESIS:
CODIGO:

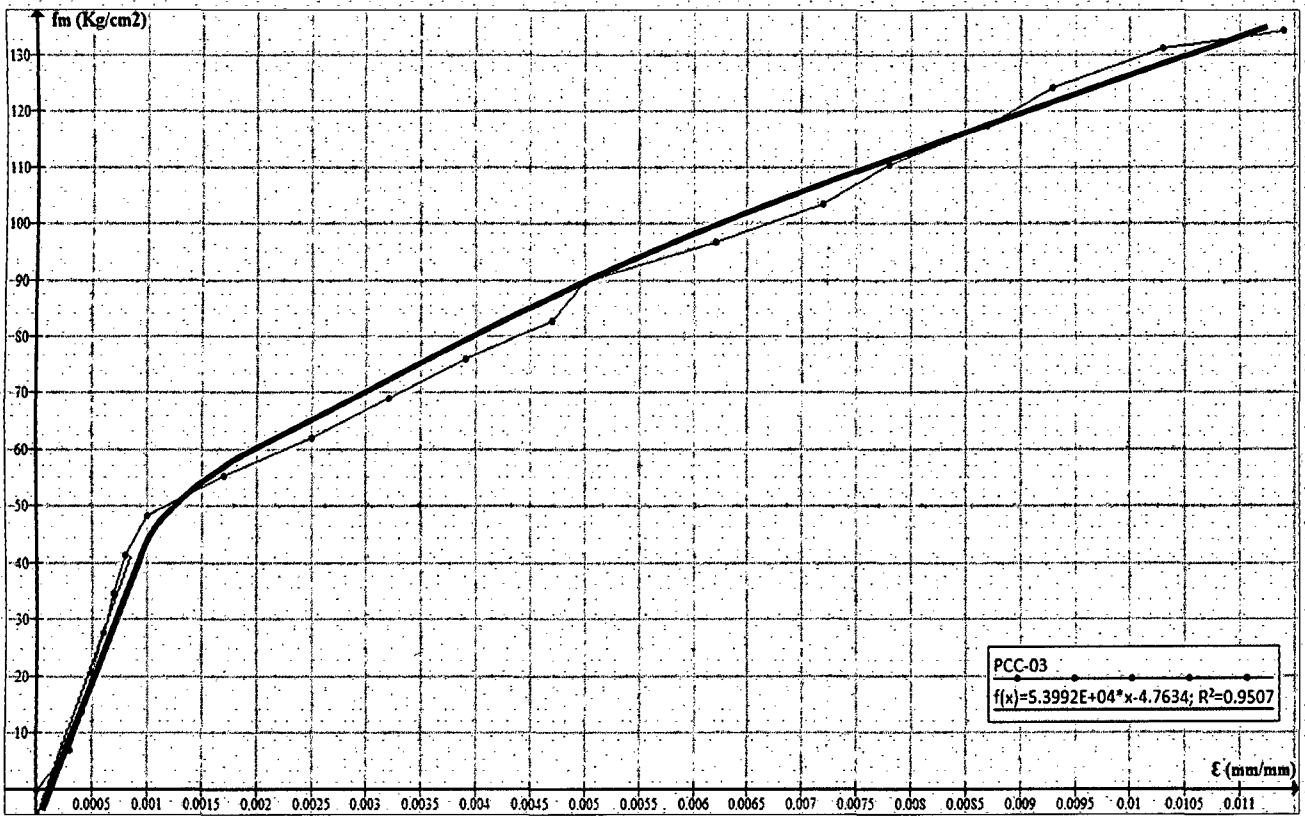
"COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
PCC-03



Altura = 40.00 cm

Carga Última (Tn)	Área (cm ²)	Resistencia fm (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0.0	362.50	0.00	0.00	0.0000
2.5	362.50	6.90	0.10	0.0003
5.0	362.50	13.79	0.15	0.0004
7.5	362.50	20.69	0.20	0.0005
10.0	362.50	27.59	0.23	0.0006
12.5	362.50	34.48	0.29	0.0007
15.0	362.50	41.38	0.32	0.0008
17.5	362.50	48.28	0.40	0.0010
20.0	362.50	55.17	0.68	0.0017
22.5	362.50	62.07	0.98	0.0025
25.0	362.50	68.97	1.29	0.0032
27.5	362.50	75.86	1.57	0.0039
30.0	362.50	82.76	1.89	0.0047
32.5	362.50	89.66	2.01	0.0050
35.0	362.50	96.55	2.46	0.0062
37.5	362.50	103.45	2.89	0.0072
40.0	362.50	110.34	3.11	0.0078
42.5	362.50	117.24	3.46	0.0087
45.0	362.50	124.14	3.71	0.0093
47.5	362.50	131.03	4.10	0.0103
48.6	362.50	134.07	4.55	0.0114

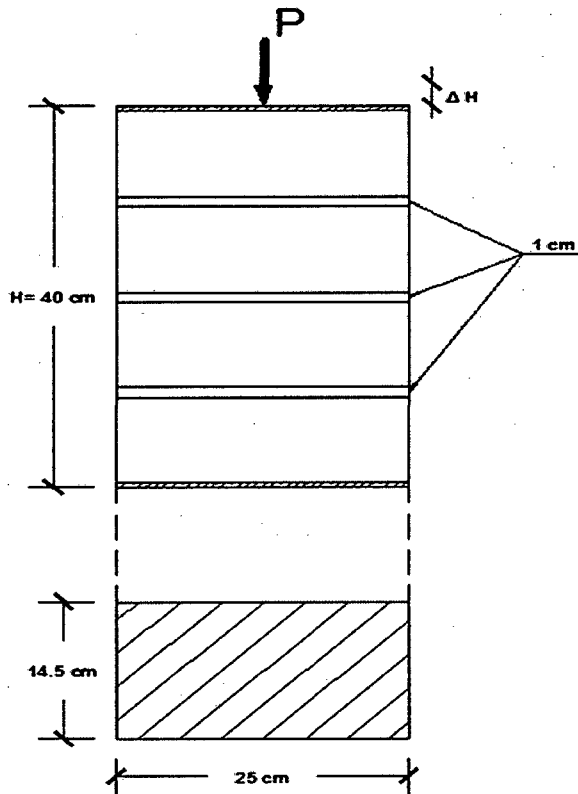
GRAFICA



MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm^2) = 53992.00

RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

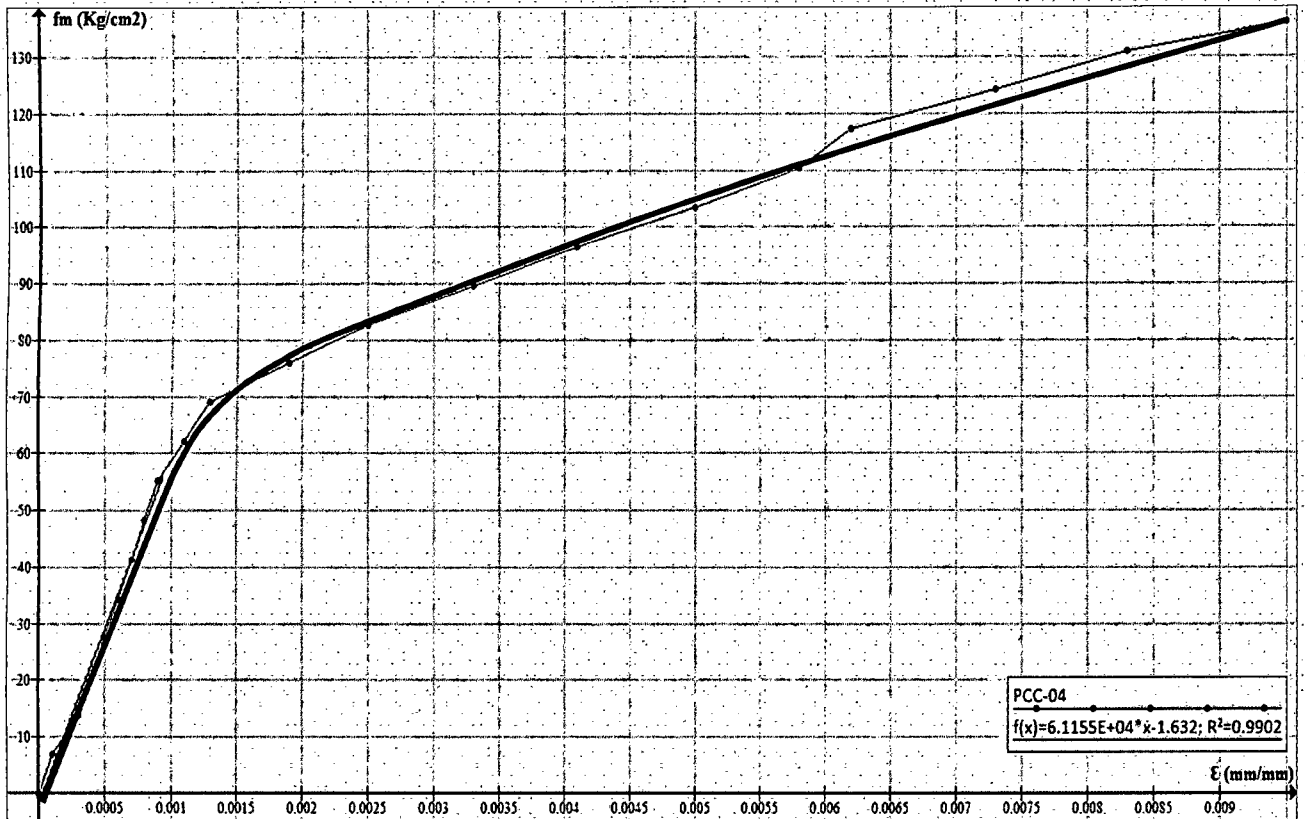
TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
 CODIGO: PCC-04



Altura = 40.00 cm

Carga Última (Tn)	Área (cm ²)	Resistencia fm (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0.0	362.50	0.00	0.00	0.0000
2.5	362.50	6.90	0.05	0.0001
5.0	362.50	13.79	0.11	0.0003
7.5	362.50	20.69	0.15	0.0004
10.0	362.50	27.59	0.18	0.0005
12.5	362.50	34.48	0.23	0.0006
15.0	362.50	41.38	0.28	0.0007
17.5	362.50	48.28	0.33	0.0008
20.0	362.50	55.17	0.37	0.0009
22.5	362.50	62.07	0.42	0.0011
25.0	362.50	68.97	0.50	0.0013
27.5	362.50	75.86	0.77	0.0019
30.0	362.50	82.76	1.01	0.0025
32.5	362.50	89.66	1.33	0.0033
35.0	362.50	96.55	1.64	0.0041
37.5	362.50	103.45	1.99	0.0050
40.0	362.50	110.34	2.31	0.0058
42.5	362.50	117.24	2.47	0.0062
45.0	362.50	124.14	2.92	0.0073
47.5	362.50	131.03	3.33	0.0083
49.3	362.50	136.00	3.78	0.0095

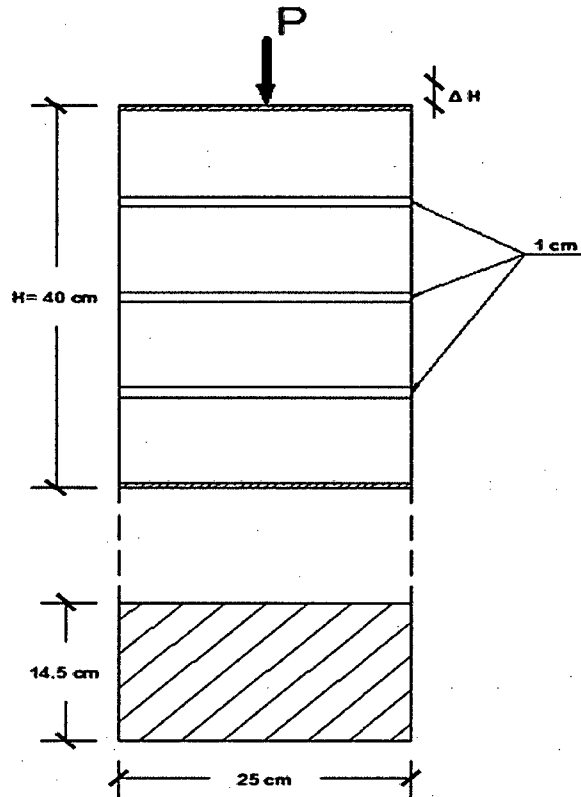
GRAFICA



MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm^2) = 61155.00

RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

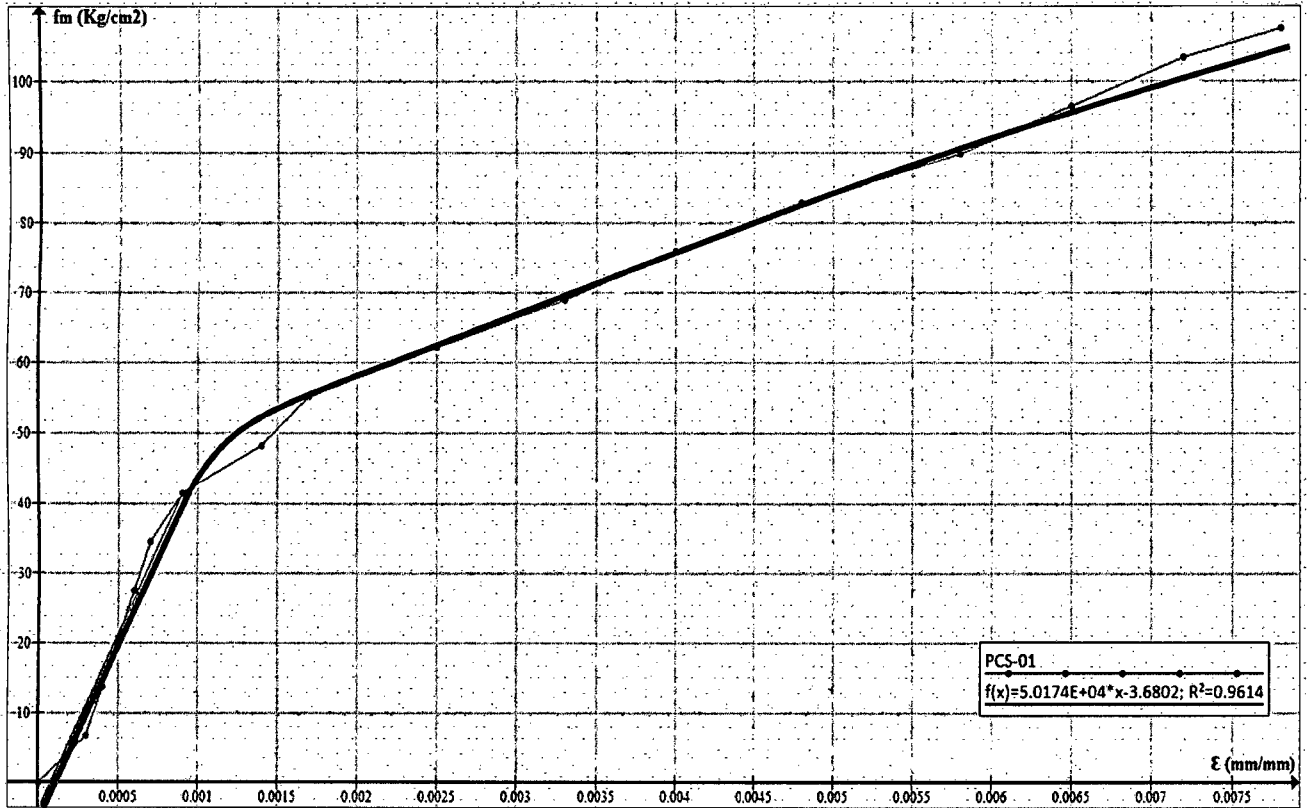
TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
 CODIGO: PCS-01



Altura = 40.0 cm

Carga Última (Tn)	Área (cm ²)	Resistencia f_m (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ϵ)
0.0	362.50	0.00	0.00	0.0000
2.5	362.50	6.90	0.10	0.0003
5.0	362.50	13.79	0.15	0.0004
7.5	362.50	20.69	0.20	0.0005
10.0	362.50	27.59	0.25	0.0006
12.5	362.50	34.48	0.29	0.0007
15.0	362.50	41.38	0.35	0.0009
17.5	362.50	48.28	0.55	0.0014
20.0	362.50	55.17	0.69	0.0017
22.5	362.50	62.07	1.01	0.0025
25.0	362.50	68.97	1.33	0.0033
27.5	362.50	75.86	1.59	0.0040
30.0	362.50	82.76	1.91	0.0048
32.5	362.50	89.66	2.33	0.0058
35.0	362.50	96.55	2.61	0.0065
37.5	362.50	103.45	2.89	0.0072
39.0	362.50	107.59	3.11	0.0078

GRAFICA

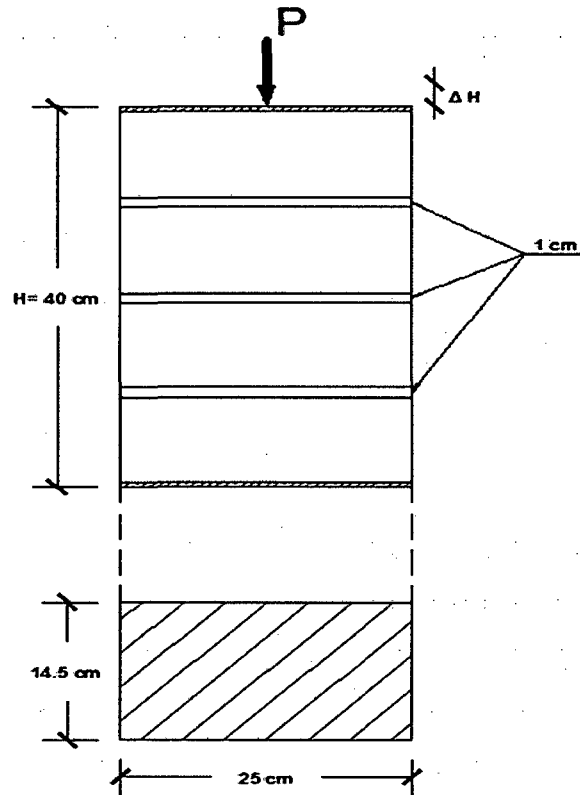


MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm^2) = 50174.00

RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

TESIS:
CODIGO:

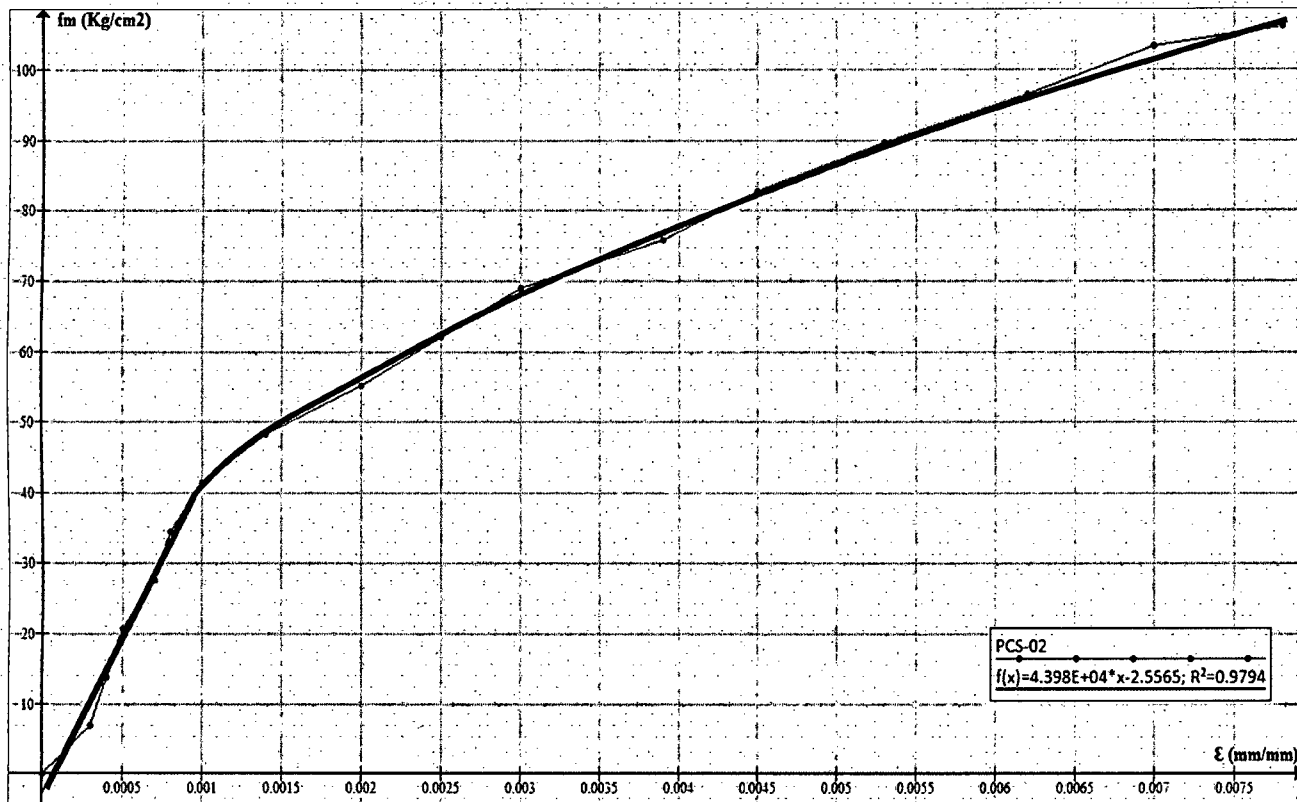
"COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
PCS-02



Altura = 40.00 cm

Carga Última (Tn)	Área (cm ²)	Resistencia fm (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0.0	362.50	0.00	0.00	0.0000
2.5	362.50	6.90	0.10	0.0003
5.0	362.50	13.79	0.15	0.0004
7.5	362.50	20.69	0.20	0.0005
10.0	362.50	27.59	0.27	0.0007
12.5	362.50	34.48	0.33	0.0008
15.0	362.50	41.38	0.41	0.0010
17.5	362.50	48.28	0.55	0.0014
20.0	362.50	55.17	0.78	0.0020
22.5	362.50	62.07	0.99	0.0025
25.0	362.50	68.97	1.21	0.0030
27.5	362.50	75.86	1.55	0.0039
30.0	362.50	82.76	1.79	0.0045
32.5	362.50	89.66	2.11	0.0053
35.0	362.50	96.55	2.46	0.0062
37.5	362.50	103.45	2.79	0.0070
38.5	362.50	106.21	3.10	0.0078

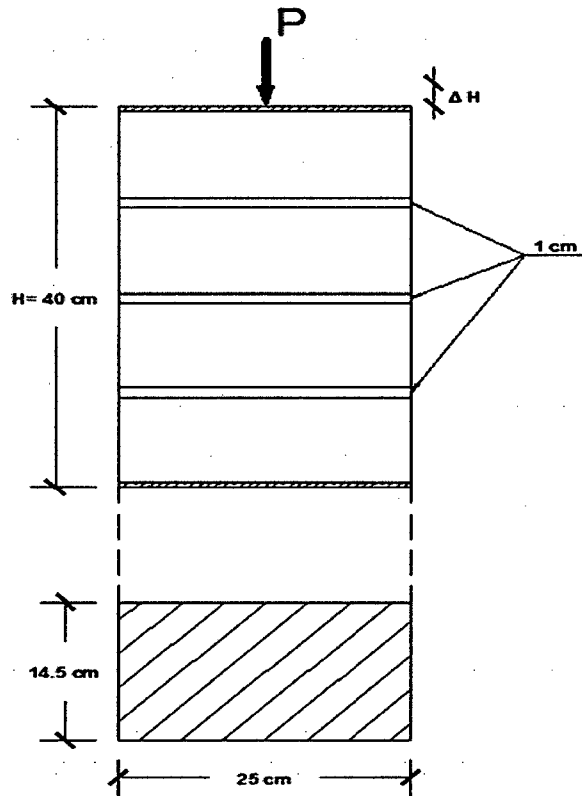
GRAFICA



MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm^2) = 43980.00

RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

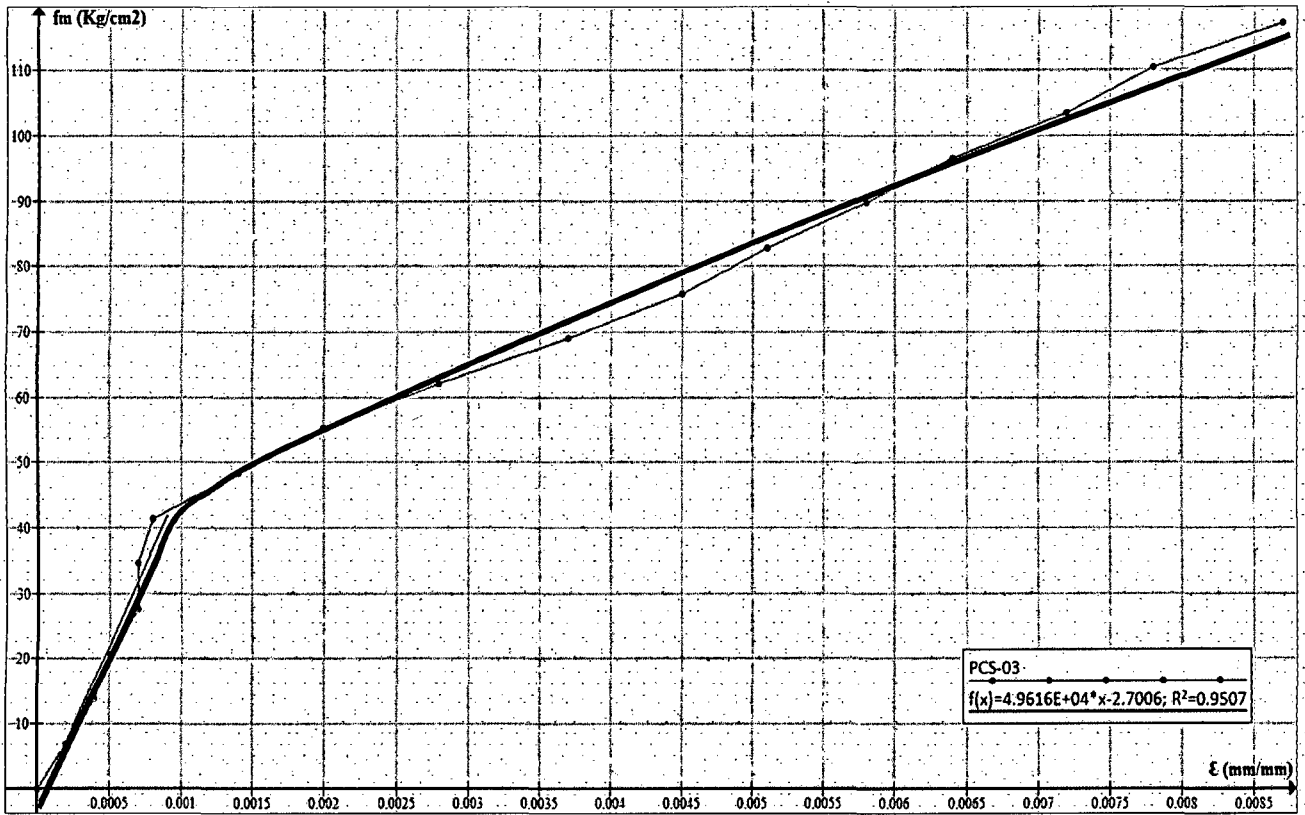
TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
 CODIGO: PCS-03



Altura = 40.00 cm

Carga Última (Tn)	Área (cm ²)	Resistencia f_m (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ϵ)
0.0	362.50	0.00	0.00	0.0000
2.5	362.50	6.90	0.07	0.0002
5.0	362.50	13.79	0.15	0.0004
7.5	362.50	20.69	0.19	0.0005
10.0	362.50	27.59	0.26	0.0007
12.5	362.50	34.48	0.29	0.0007
15.0	362.50	41.38	0.33	0.0008
17.5	362.50	48.28	0.55	0.0014
20.0	362.50	55.17	0.79	0.0020
22.5	362.50	62.07	1.11	0.0028
25.0	362.50	68.97	1.46	0.0037
27.5	362.50	75.86	1.79	0.0045
30.0	362.50	82.76	2.02	0.0051
32.5	362.50	89.66	2.33	0.0058
35.0	362.50	96.55	2.56	0.0064
37.5	362.50	103.45	2.88	0.0072
40.0	362.50	110.34	3.11	0.0078
42.5	362.50	117.24	3.47	0.0087

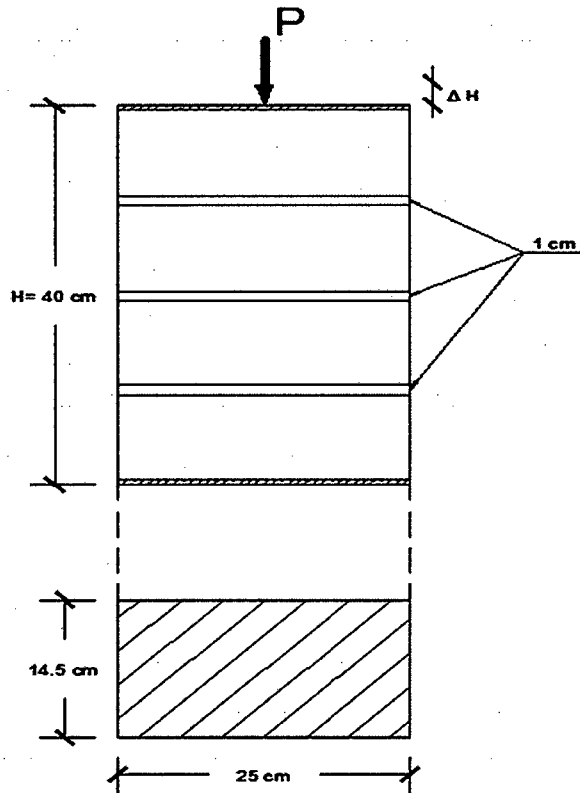
GRAFICA



MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm²) = 49616.00

RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

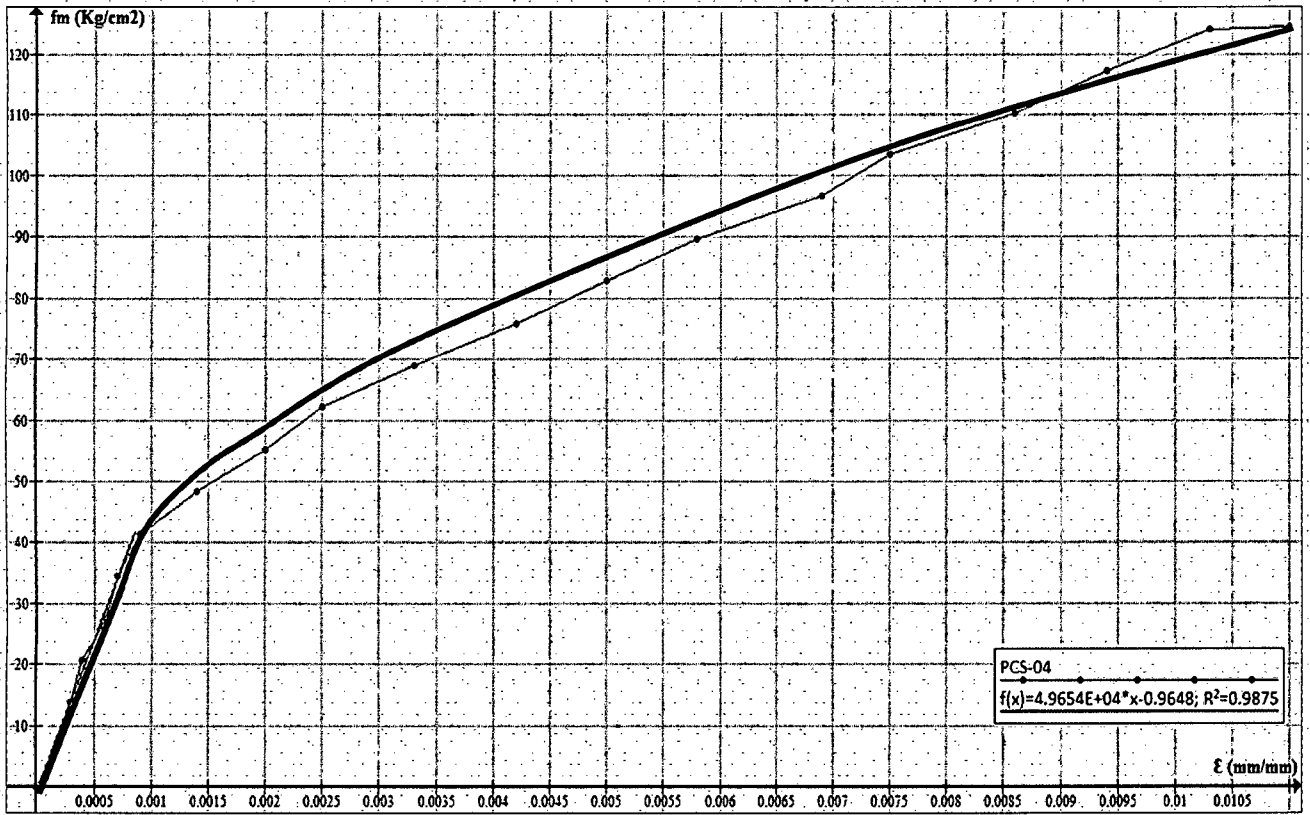
TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
 CODIGO: PCS-04



Altura = 40.00 cm

Carga Última (Tn)	Área (cm ²)	Resistencia fm (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0.0	362.50	0.00	0.00	0.0000
2.5	362.50	6.90	0.07	0.0002
5.0	362.50	13.79	0.11	0.0003
7.5	362.50	20.69	0.16	0.0004
10.0	362.50	27.59	0.23	0.0006
12.5	362.50	34.48	0.29	0.0007
15.0	362.50	41.38	0.35	0.0009
17.5	362.50	48.28	0.54	0.0014
20.0	362.50	55.17	0.78	0.0020
22.5	362.50	62.07	0.99	0.0025
25.0	362.50	68.97	1.32	0.0033
27.5	362.50	75.86	1.67	0.0042
30.0	362.50	82.76	2.00	0.0050
32.5	362.50	89.66	2.31	0.0058
35.0	362.50	96.55	2.77	0.0069
37.5	362.50	103.45	3.01	0.0075
40.0	362.50	110.34	3.43	0.0086
42.5	362.50	117.24	3.77	0.0094
45.0	362.50	124.14	4.12	0.0103
45.1	362.50	124.41	4.40	0.0110

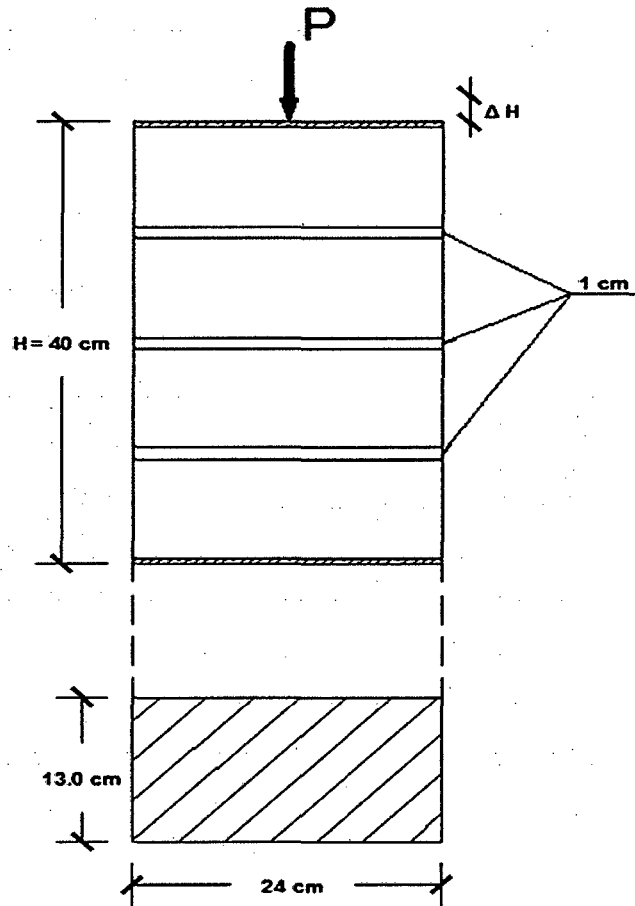
GRAFICA



MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm^2) = 49654.00

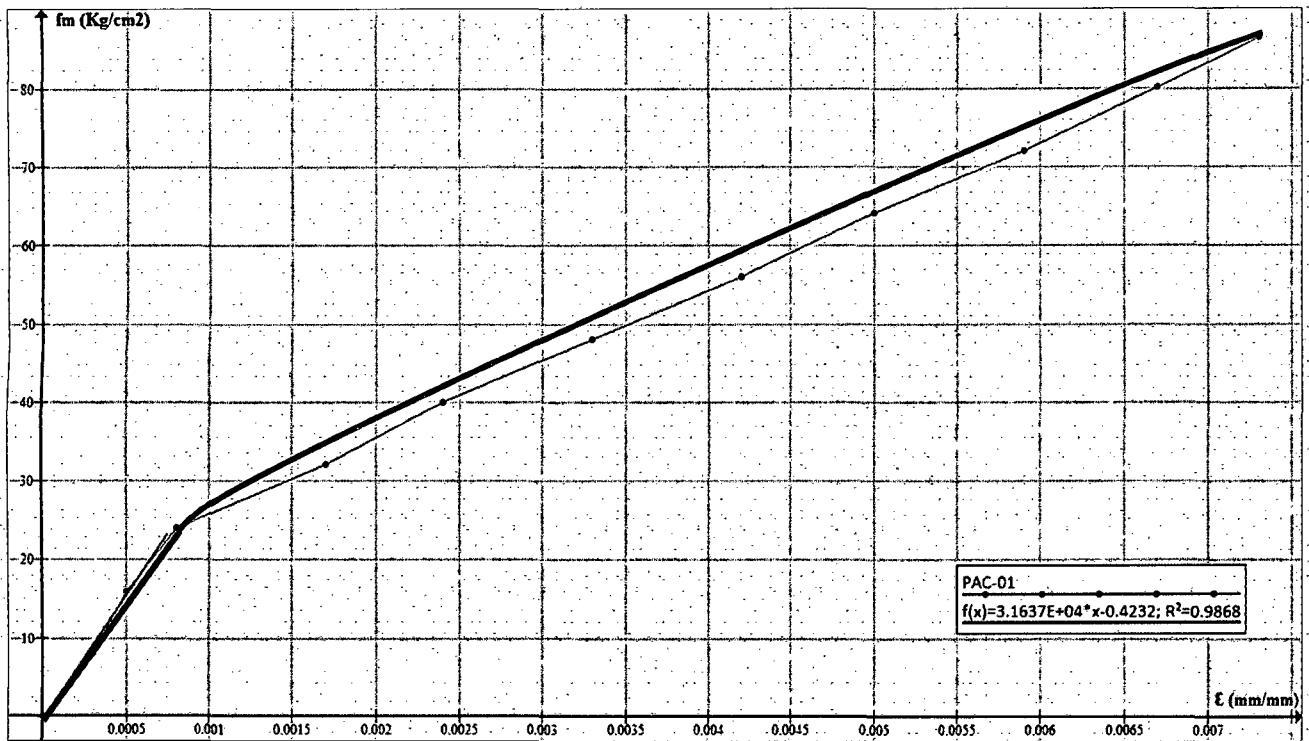
RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO CON CAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: PAC-01



Carga Última (Tn)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Resistencia fm (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0.0	24.00	13.00	312.00	0.00	0.00	0.0000
2.5	24.00	13.00	312.00	8.01	0.10	0.0003
5.0	24.00	13.00	312.00	16.03	0.19	0.0005
7.5	24.00	13.00	312.00	24.04	0.31	0.0008
10.0	24.00	13.00	312.00	32.05	0.66	0.0017
12.5	24.00	13.00	312.00	40.06	0.97	0.0024
15.0	24.00	13.00	312.00	48.08	1.32	0.0033
17.5	24.00	13.00	312.00	56.09	1.66	0.0042
20.0	24.00	13.00	312.00	64.10	2.00	0.0050
22.5	24.00	13.00	312.00	72.12	2.35	0.0059
25.0	24.00	13.00	312.00	80.13	2.66	0.0067
27.0	24.00	13.00	312.00	86.54	2.90	0.0073

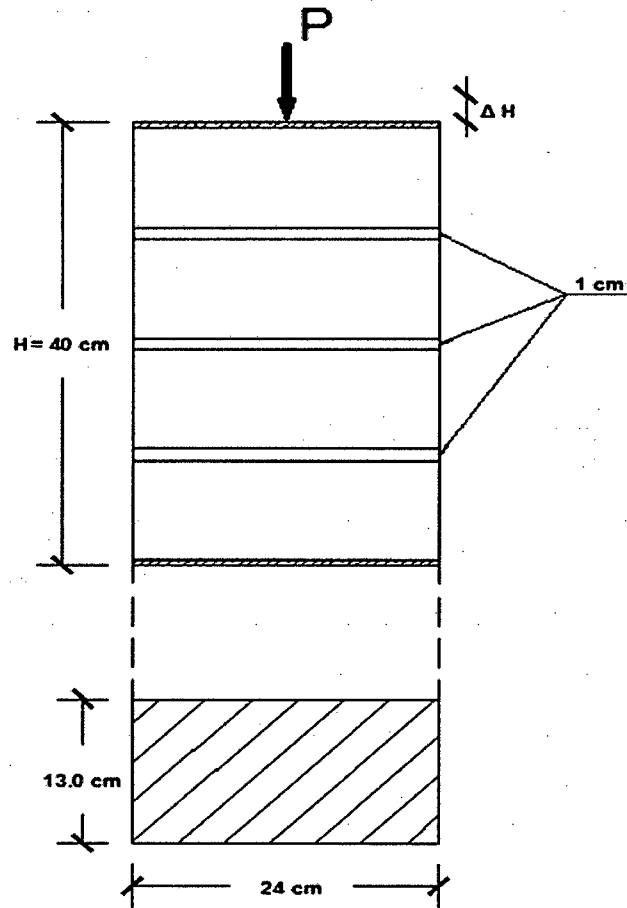
GRAFICA



MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm^2) = 31637.00

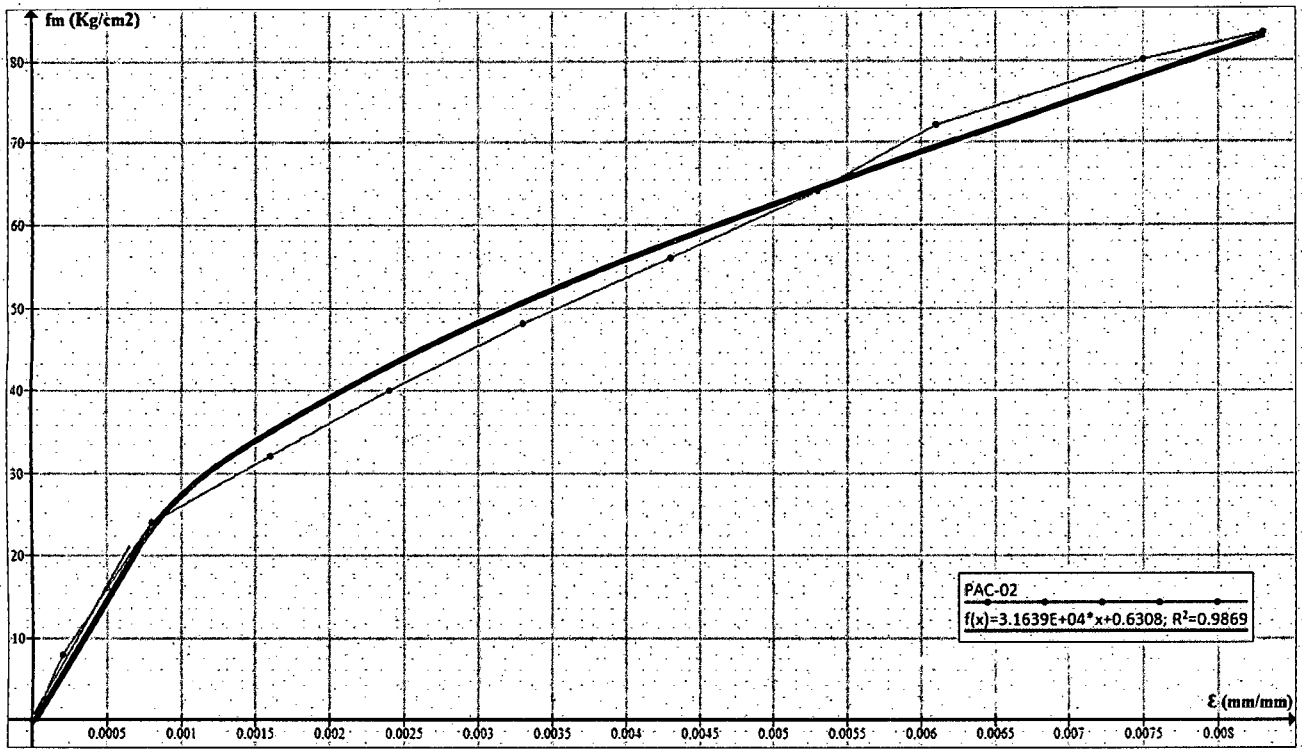
RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO CON CAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: PAC-02



Carga Última (Tn)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Resistencia fm (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0.0	24.00	13.00	312.00	0.00	0.00	0.0000
2.5	24.00	13.00	312.00	8.01	0.09	0.0002
5.0	24.00	13.00	312.00	16.03	0.21	0.0005
7.5	24.00	13.00	312.00	24.04	0.33	0.0008
10.0	24.00	13.00	312.00	32.05	0.65	0.0016
12.5	24.00	13.00	312.00	40.06	0.97	0.0024
15.0	24.00	13.00	312.00	48.08	1.33	0.0033
17.5	24.00	13.00	312.00	56.09	1.72	0.0043
20.0	24.00	13.00	312.00	64.10	2.11	0.0053
22.5	24.00	13.00	312.00	72.12	2.45	0.0061
25.0	24.00	13.00	312.00	80.13	2.98	0.0075
26.0	24.00	13.00	312.00	83.33	3.33	0.0083

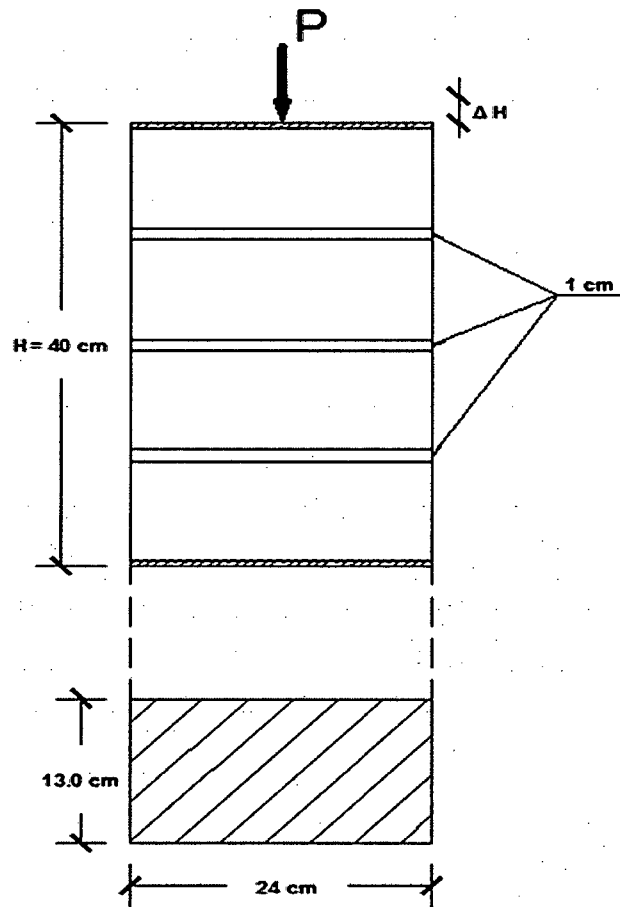
GRAFICA



MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm^2) = 31639.00

RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO CON CAL

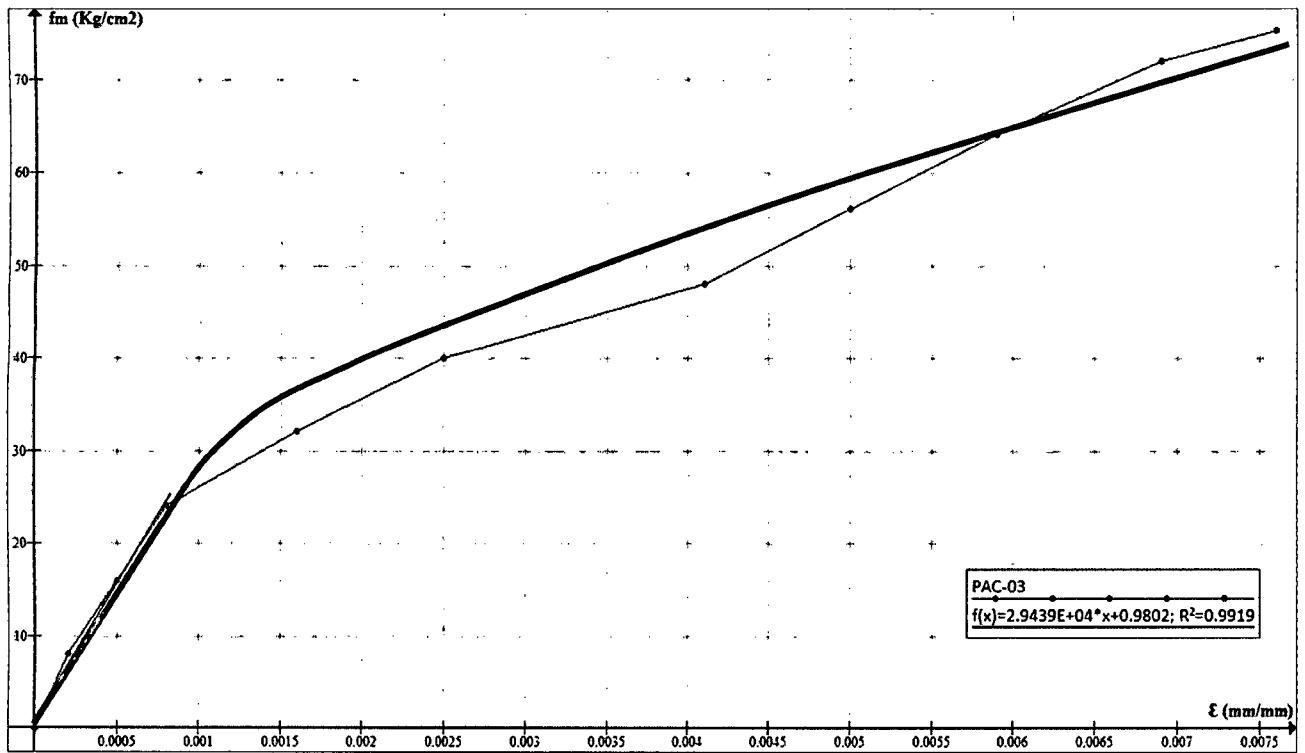
TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: PAC-03



Altura = 40.00 cm

Carga Última (Tn)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Resistencia fm (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0.0	24.00	13.00	312.00	0.00	0.00	0.0000
2.5	24.00	13.00	312.00	8.01	0.09	0.0002
5.0	24.00	13.00	312.00	16.03	0.21	0.0005
7.5	24.00	13.00	312.00	24.04	0.33	0.0008
10.0	24.00	13.00	312.00	32.05	0.64	0.0016
12.5	24.00	13.00	312.00	40.06	1.01	0.0025
15.0	24.00	13.00	312.00	48.08	1.65	0.0041
17.5	24.00	13.00	312.00	56.09	1.99	0.0050
20.0	24.00	13.00	312.00	64.10	2.35	0.0059
22.5	24.00	13.00	312.00	72.12	2.75	0.0069
23.5	24.00	13.00	312.00	75.32	3.05	0.0076

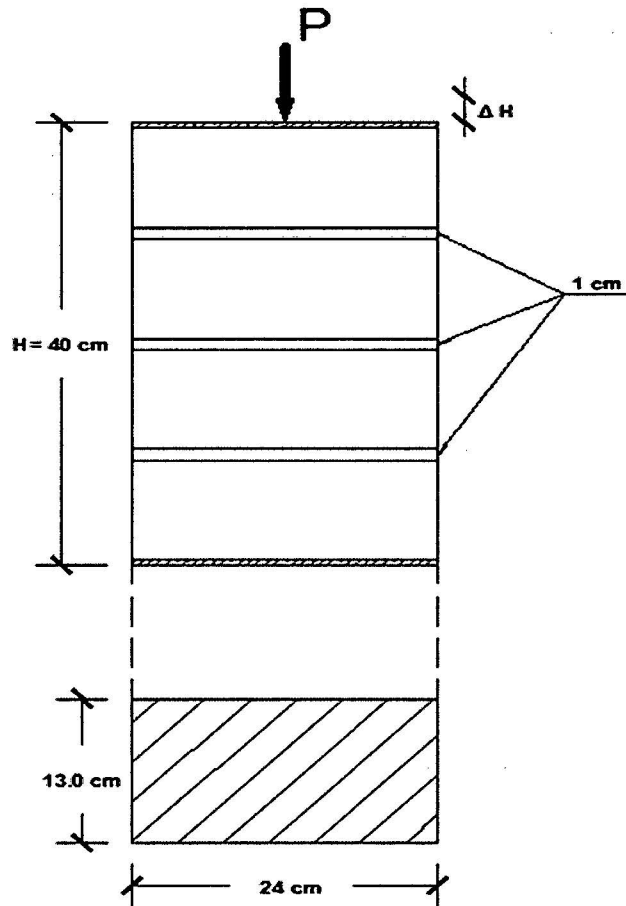
GRAFICA



MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm^2) = 29439.00

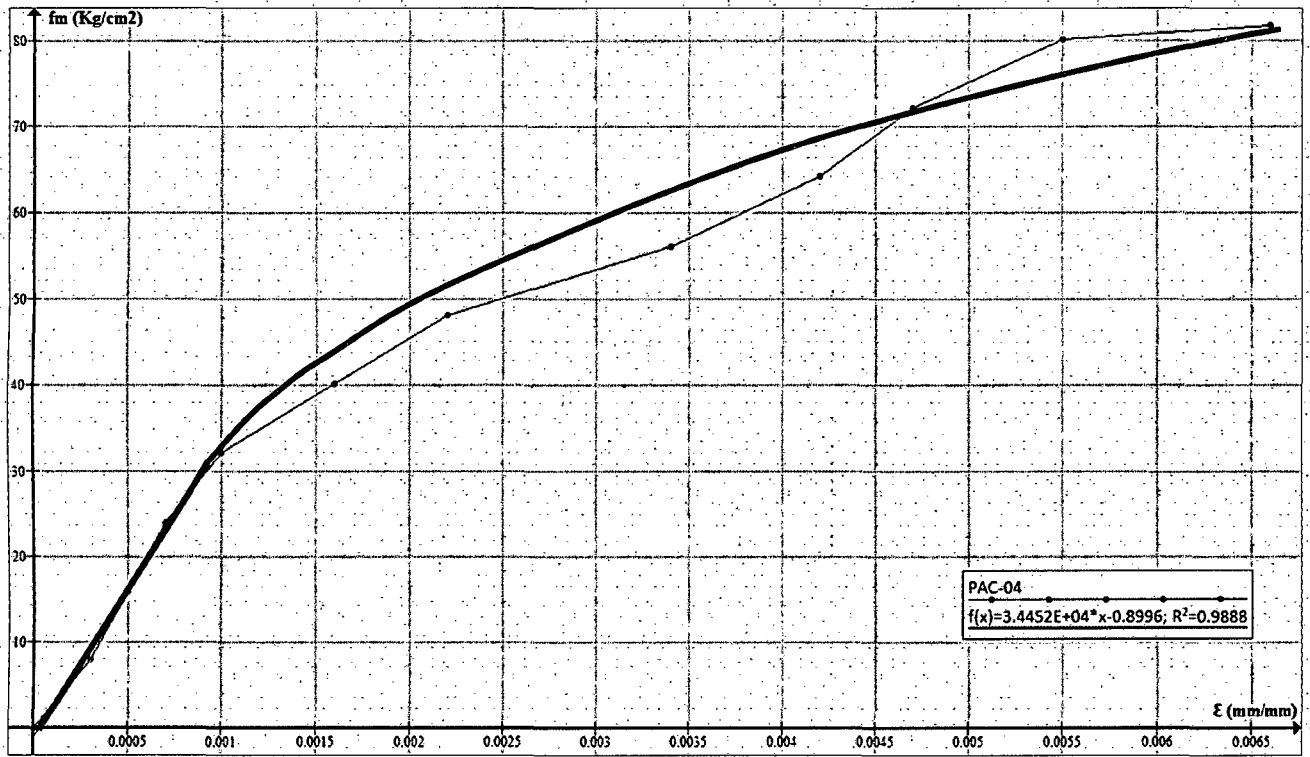
RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO CON CAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: PAC-04



Carga Última (Tn)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Resistencia fm (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0.0	24.00	13.00	312.00	0.00	0.00	0.0000
2.5	24.00	13.00	312.00	8.01	0.10	0.0003
5.0	24.00	13.00	312.00	16.03	0.21	0.0005
7.5	24.00	13.00	312.00	24.04	0.29	0.0007
10.0	24.00	13.00	312.00	32.05	0.40	0.0010
12.5	24.00	13.00	312.00	40.06	0.65	0.0016
15.0	24.00	13.00	312.00	48.08	0.89	0.0022
17.5	24.00	13.00	312.00	56.09	1.35	0.0034
20.0	24.00	13.00	312.00	64.10	1.67	0.0042
22.5	24.00	13.00	312.00	72.12	1.89	0.0047
25.0	24.00	13.00	312.00	80.13	2.21	0.0055
25.5	24.00	13.00	312.00	81.73	2.65	0.0066

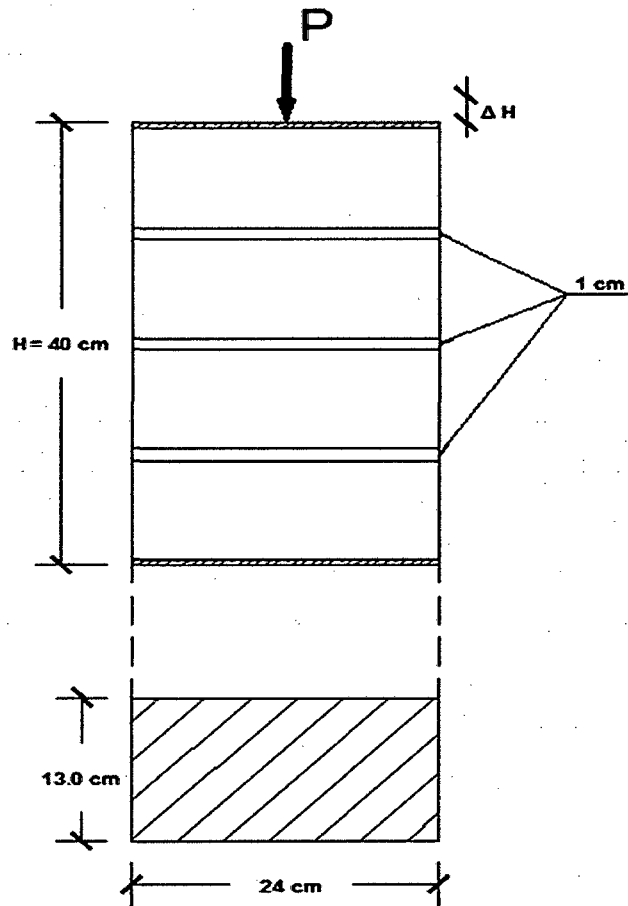
GRAFICA



MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm²) = 34452.00

RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

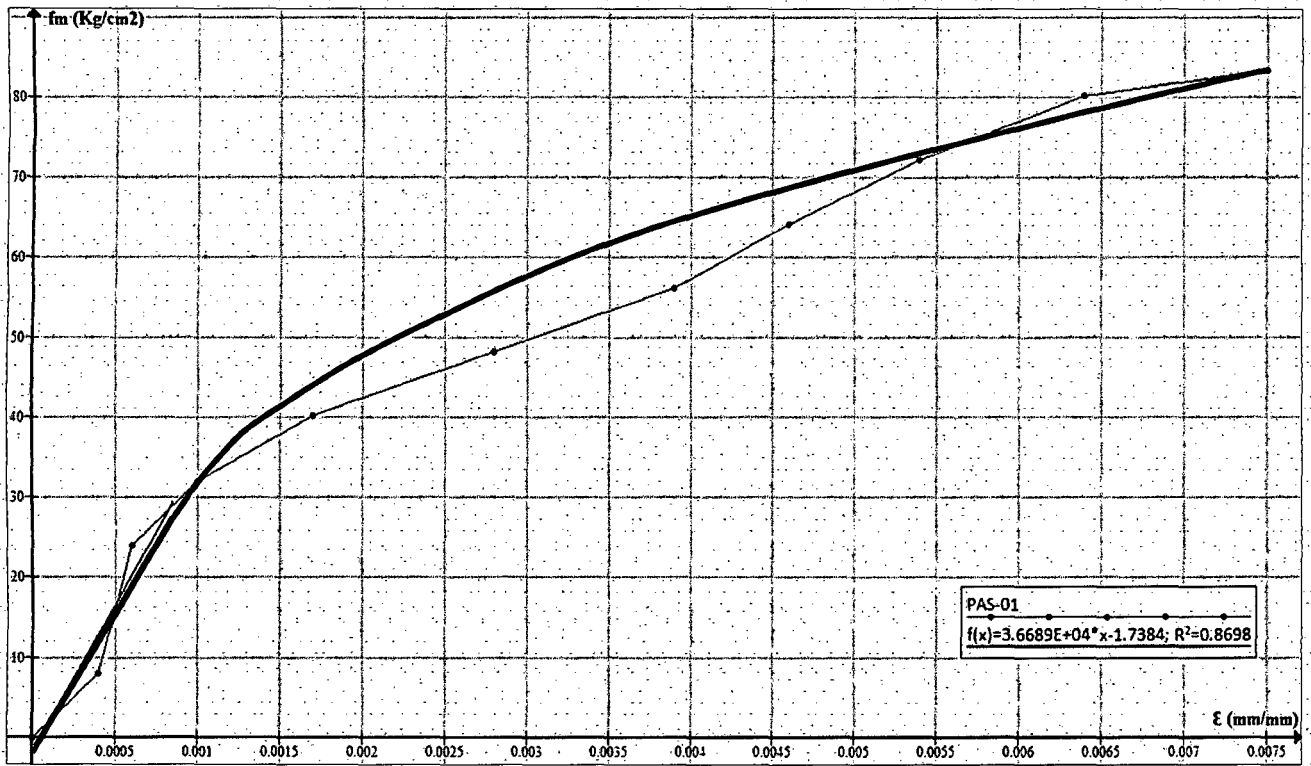
TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: PAS-01



Altura = 40.00 cm

Carga Última (Tn)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Resistencia fm (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0.0	24.00	13.00	312.00	0.00	0.00	0.0000
2.5	24.00	13.00	312.00	8.01	0.15	0.0004
5.0	24.00	13.00	312.00	16.03	0.20	0.0005
7.5	24.00	13.00	312.00	24.04	0.25	0.0006
10.0	24.00	13.00	312.00	32.05	0.39	0.0010
12.5	24.00	13.00	312.00	40.06	0.69	0.0017
15.0	24.00	13.00	312.00	48.08	1.11	0.0028
17.5	24.00	13.00	312.00	56.09	1.57	0.0039
20.0	24.00	13.00	312.00	64.10	1.83	0.0046
22.5	24.00	13.00	312.00	72.12	2.17	0.0054
25.0	24.00	13.00	312.00	80.13	2.57	0.0064
26.0	24.00	13.00	312.00	83.33	2.98	0.0075

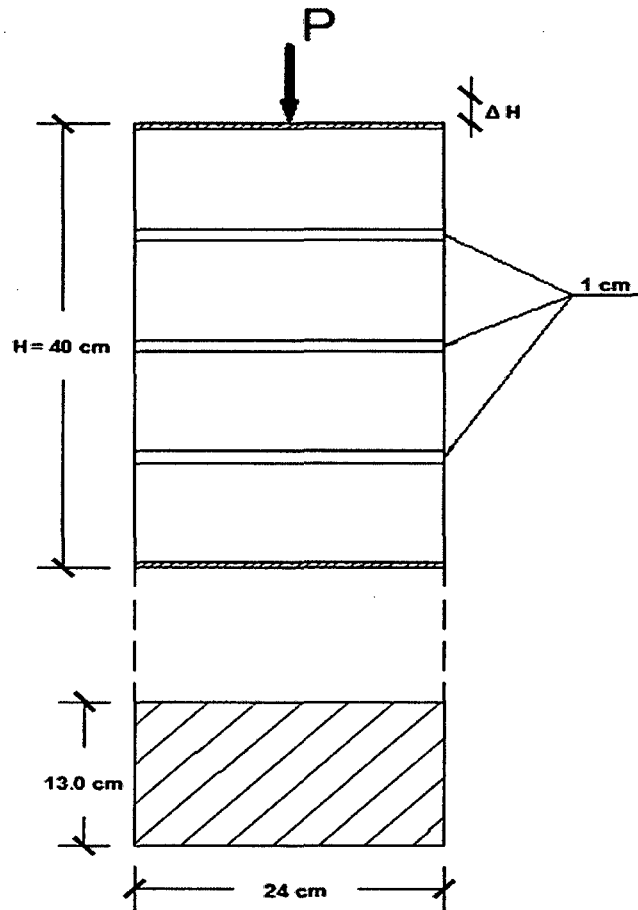
GRAFICA



MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm²) = 36689.00

RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

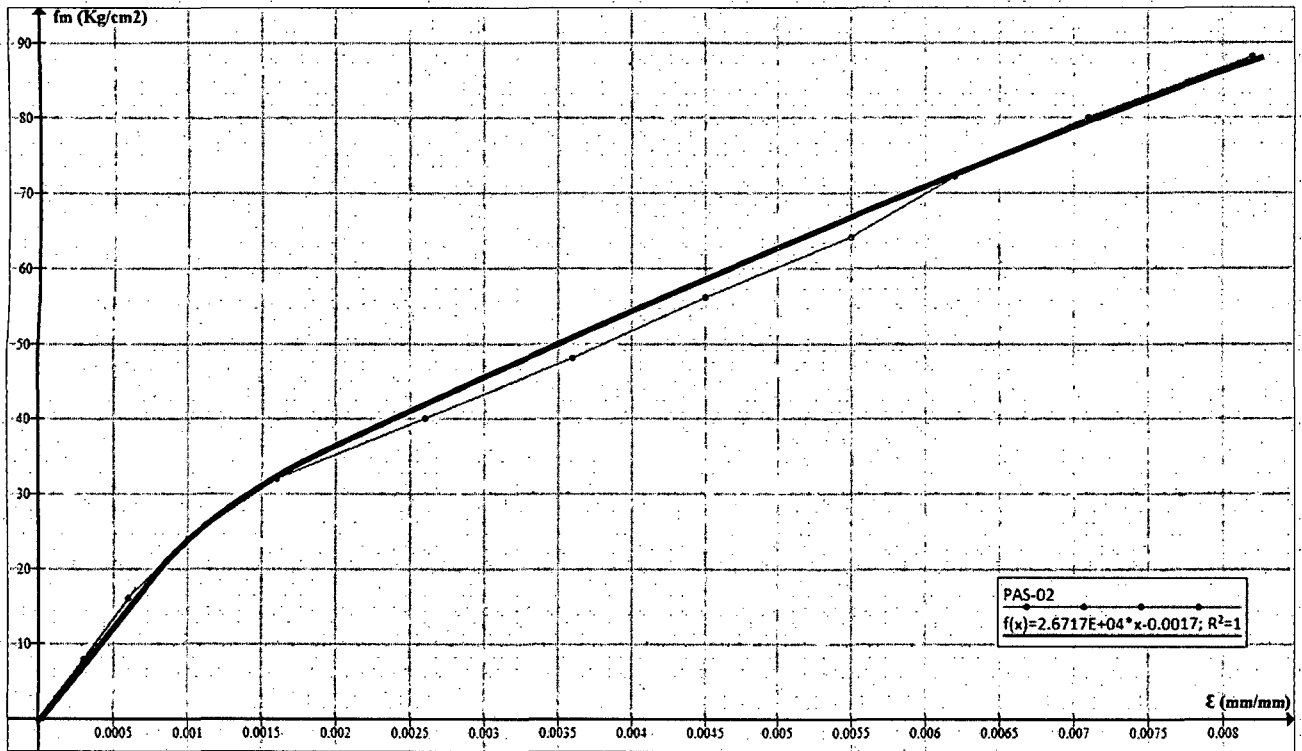
TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
 CODIGO: PAS-02



Altura = 40.00 cm

Carga Última (Tn)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Resistencia fm (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0.0	24.00	13.00	312.00	0.00	0.00	0.0000
2.5	24.00	13.00	312.00	8.01	0.12	0.0003
5.0	24.00	13.00	312.00	16.03	0.25	0.0006
7.5	24.00	13.00	312.00	24.04	0.39	0.0010
10.0	24.00	13.00	312.00	32.05	0.63	0.0016
12.5	24.00	13.00	312.00	40.06	1.03	0.0026
15.0	24.00	13.00	312.00	48.08	1.42	0.0036
17.5	24.00	13.00	312.00	56.09	1.79	0.0045
20.0	24.00	13.00	312.00	64.10	2.18	0.0055
22.5	24.00	13.00	312.00	72.12	2.48	0.0062
25.0	24.00	13.00	312.00	80.13	2.82	0.0071
27.5	24.00	13.00	312.00	88.14	3.26	0.0082

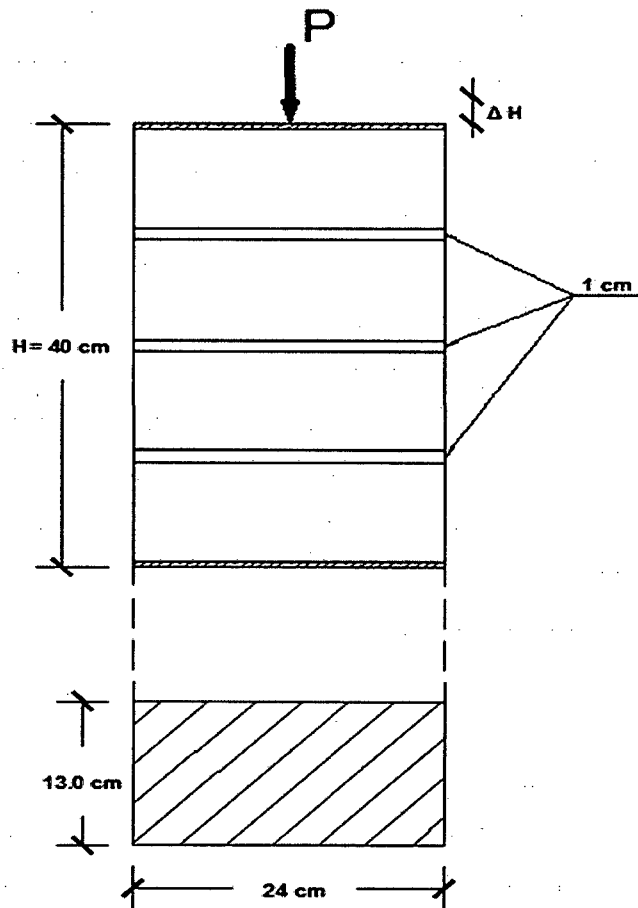
GRAFICA



MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm²) = 26717.00

RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

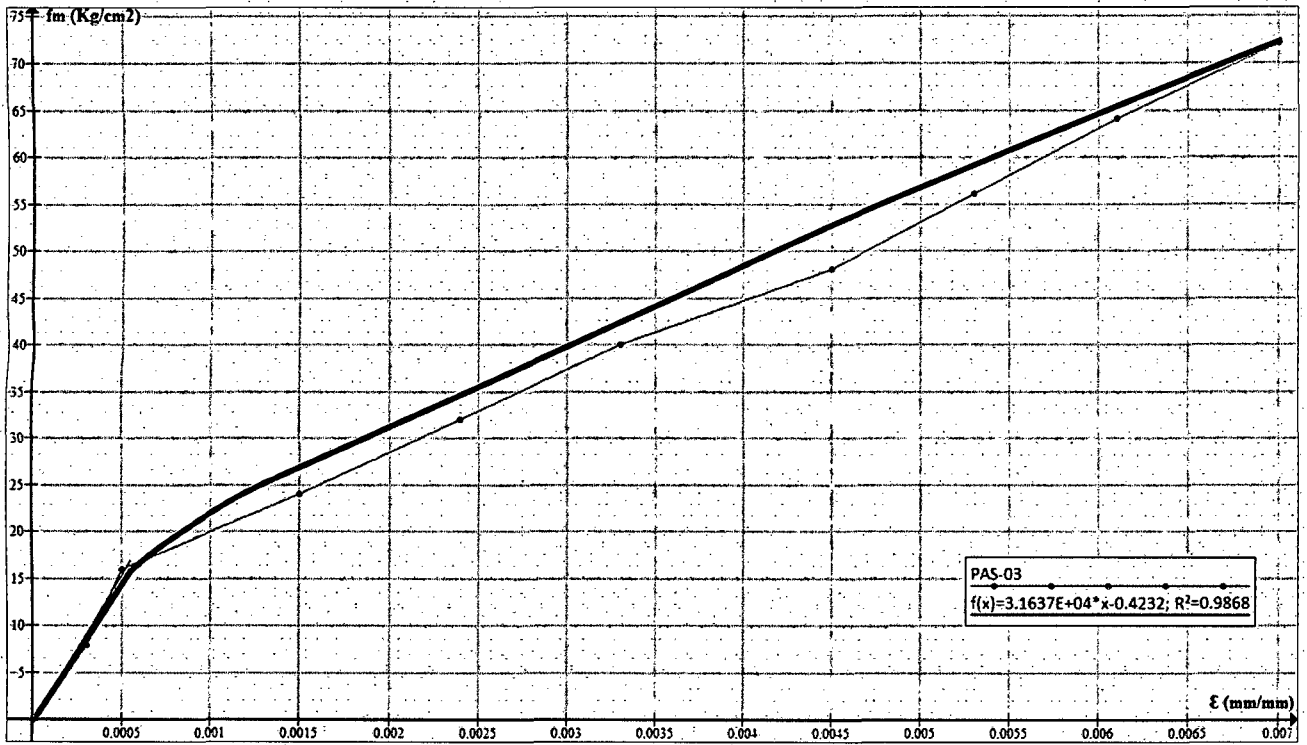
TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
 CODIGO: PAS-03



Altura = 40.00 cm

Carga Última (Tn)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Resistencia f_m (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ϵ)
0.0	24.00	13.00	312.00	0.00	0.00	0.0000
2.5	24.00	13.00	312.00	8.01	0.10	0.0003
5.0	24.00	13.00	312.00	16.03	0.21	0.0005
7.5	24.00	13.00	312.00	24.04	0.59	0.0015
10.0	24.00	13.00	312.00	32.05	0.96	0.0024
12.5	24.00	13.00	312.00	40.06	1.32	0.0033
15.0	24.00	13.00	312.00	48.08	1.79	0.0045
17.5	24.00	13.00	312.00	56.09	2.11	0.0053
20.0	24.00	13.00	312.00	64.10	2.43	0.0061
22.5	24.00	13.00	312.00	72.12	2.81	0.0070

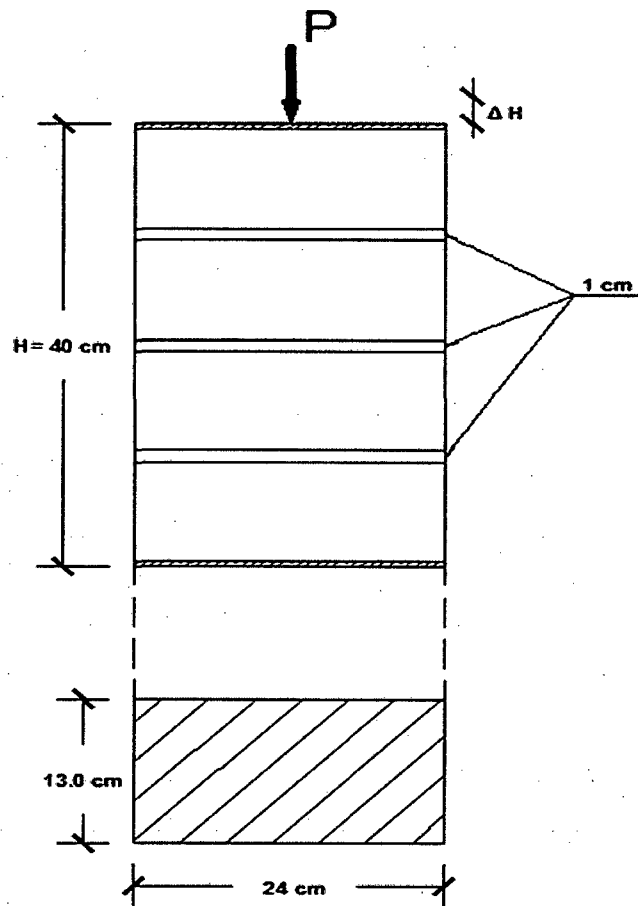
GRAFICA



MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm^2) = 31637.00

RESISTENCIA A CARGA AXIAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

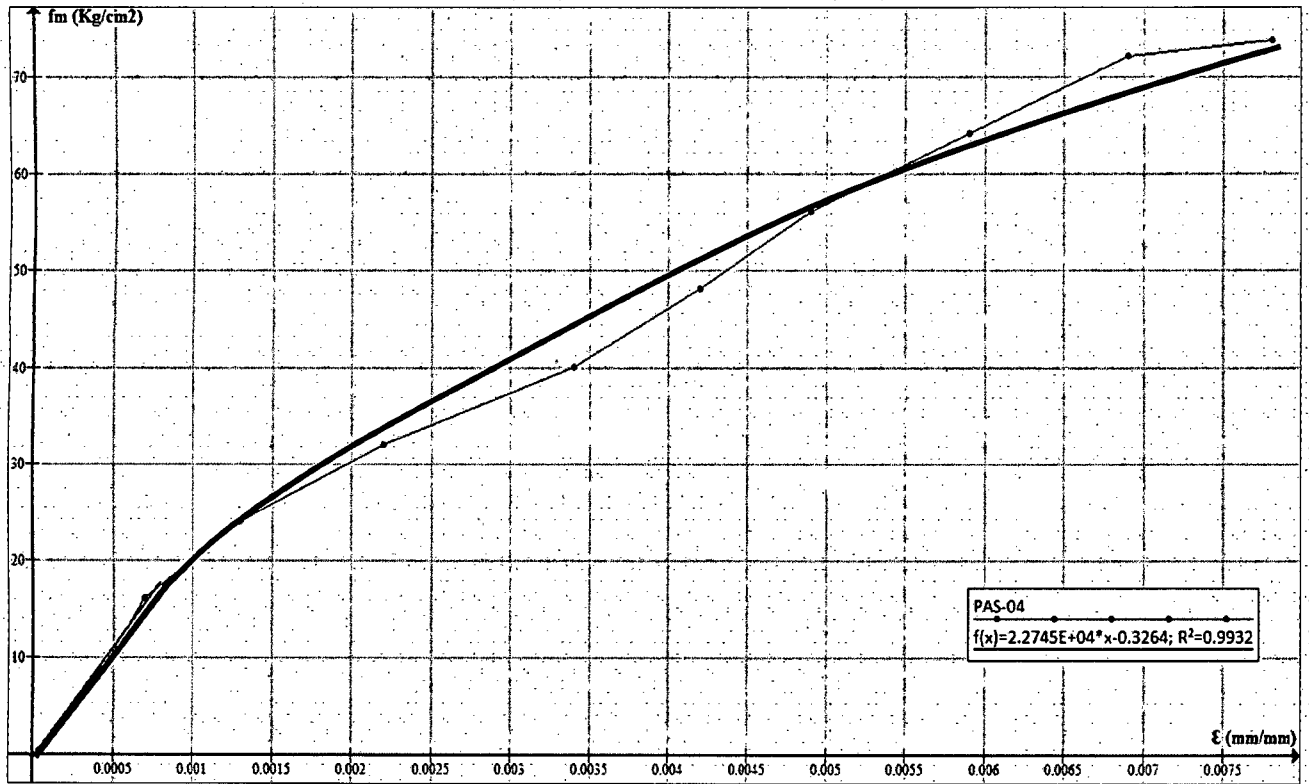
TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
 CODIGO: PAS-04



Altura = 40.00 cm

Carga Última (Tn)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Resistencia fm (Kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0.0	24.00	13.00	312.00	0.00	0.00	0.0000
2.5	24.00	13.00	312.00	8.01	0.15	0.0004
5.0	24.00	13.00	312.00	16.03	0.29	0.0007
7.5	24.00	13.00	312.00	24.04	0.51	0.0013
10.0	24.00	13.00	312.00	32.05	0.86	0.0022
12.5	24.00	13.00	312.00	40.06	1.37	0.0034
15.0	24.00	13.00	312.00	48.08	1.67	0.0042
17.5	24.00	13.00	312.00	56.09	1.97	0.0049
20.0	24.00	13.00	312.00	64.10	2.35	0.0059
22.5	24.00	13.00	312.00	72.12	2.77	0.0069
23.0	24.00	13.00	312.00	73.72	3.11	0.0078

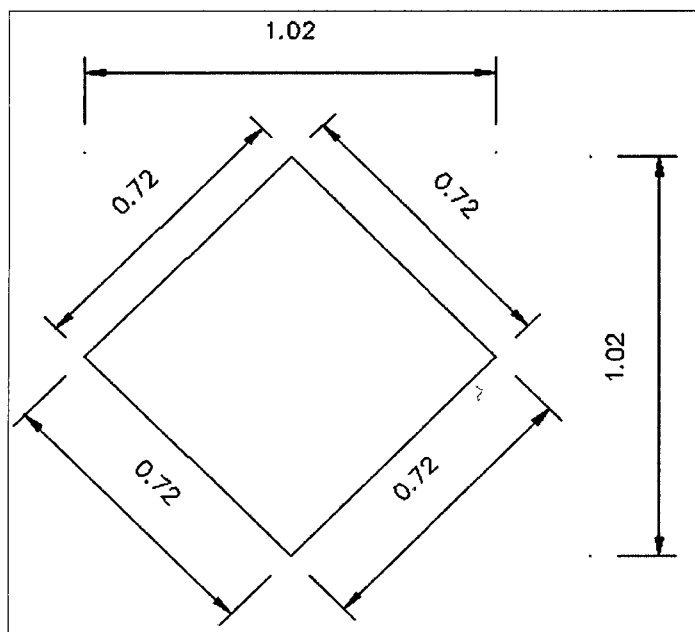
GRAFICA



MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm2) = 22745.00

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: MCC-01



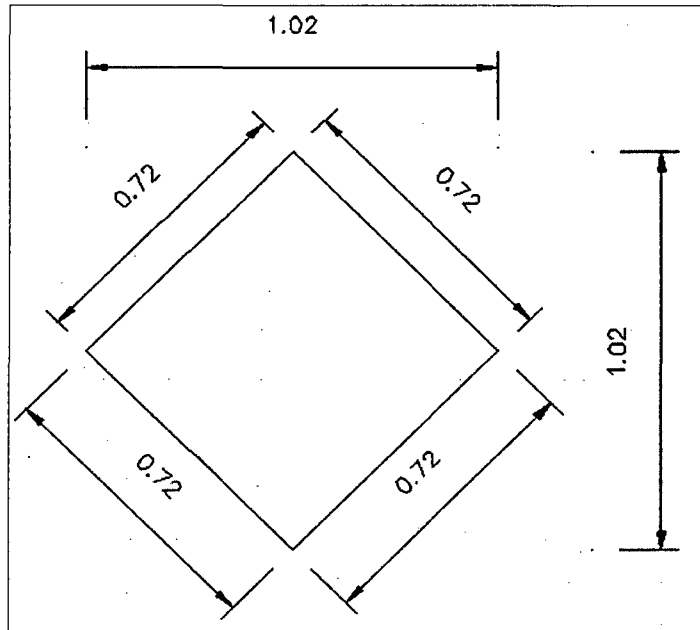
t (espesor) = 14.50 cm
 D (diagonal) = 101.80 cm

CARGA (Kg)	v'm (Kg/cm ²)	Lectura (cm)	Deformación (cm)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0	0.00	1.35	0.00	0.0	0.0000
250	0.17	1.35	0.00	0.0	0.0000
500	0.34	1.36	0.01	0.1	0.0001
750	0.51	1.37	0.02	0.2	0.0002
1000	0.68	1.39	0.04	0.4	0.0004
1250	0.85	1.40	0.05	0.5	0.0005
1500	1.02	1.41	0.06	0.6	0.0006
1750	1.19	1.43	0.08	0.8	0.0008
2000	1.35	1.44	0.09	0.9	0.0009
2250	1.52	1.46	0.11	1.1	0.0011
2500	1.69	1.47	0.12	1.2	0.0012
2750	1.86	1.48	0.13	1.3	0.0013
3000	2.03	1.49	0.14	1.4	0.0014
3250	2.20	1.50	0.15	1.5	0.0015
3500	2.37	1.51	0.16	1.6	0.0016
3750	2.54	1.52	0.17	1.7	0.0017
4000	2.71	1.53	0.18	1.8	0.0018
4250	2.88	1.54	0.19	1.9	0.0019
4500	3.05	1.55	0.20	2.0	0.0020
4750	3.22	1.56	0.21	2.1	0.0021
5000	3.39	1.57	0.22	2.2	0.0022
5250	3.56	1.58	0.23	2.3	0.0023

5500	3.73	1.59	0.24	2.4	0.0024
5750	3.90	1.60	0.25	2.5	0.0025
6000	4.06	1.61	0.26	2.6	0.0026
6250	4.23	1.62	0.27	2.7	0.0027
6500	4.40	1.63	0.28	2.8	0.0028
6750	4.57	1.65	0.30	3.0	0.0029
7000	4.74	1.67	0.32	3.2	0.0031
7250	4.91	1.68	0.33	3.3	0.0032
7500	5.08	1.69	0.34	3.4	0.0033
7750	5.25	1.70	0.35	3.5	0.0034
8000	5.42	1.71	0.36	3.6	0.0035
8250	5.59	1.72	0.37	3.7	0.0036
8500	5.76	1.73	0.38	3.8	0.0037
8750	5.93	1.74	0.39	3.9	0.0038
9000	6.10	1.75	0.40	4.0	0.0039
9250	6.27	1.76	0.41	4.1	0.0040
9500	6.44	1.77	0.42	4.2	0.0041
9750	6.61	1.78	0.43	4.3	0.0042
10000	6.77	1.79	0.44	4.4	0.0043
10250	6.94	1.80	0.45	4.5	0.0044
10500	7.11	1.81	0.46	4.6	0.0045
10750	7.28	1.82	0.47	4.7	0.0046
11000	7.45	1.83	0.48	4.8	0.0047
11250	7.62	1.84	0.49	4.9	0.0048
11500	7.79	1.85	0.50	5.0	0.0049
11750	7.96	1.86	0.51	5.1	0.0050
12000	8.13	1.87	0.52	5.2	0.0051
12250	8.30	1.88	0.53	5.3	0.0052
12500	8.47	1.89	0.54	5.4	0.0053
12750	8.64	1.90	0.55	5.5	0.0054
13000	8.81	1.91	0.56	5.6	0.0055
13250	8.98	1.92	0.57	5.7	0.0056
13500	9.15	1.93	0.58	5.8	0.0057
13750	9.32	1.94	0.59	5.9	0.0058
14000	9.48	1.95	0.60	6.0	0.0059
14250	9.65	1.96	0.61	6.1	0.0060
14500	9.82	1.97	0.62	6.2	0.0061
14750	9.99	1.98	0.63	6.3	0.0062
15000	10.16	1.99	0.64	6.4	0.0063
15250	10.33	2.00	0.65	6.5	0.0064
15500	10.50	2.01	0.66	6.6	0.0065
15640	10.60	-	-	-	-

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: MCC-02



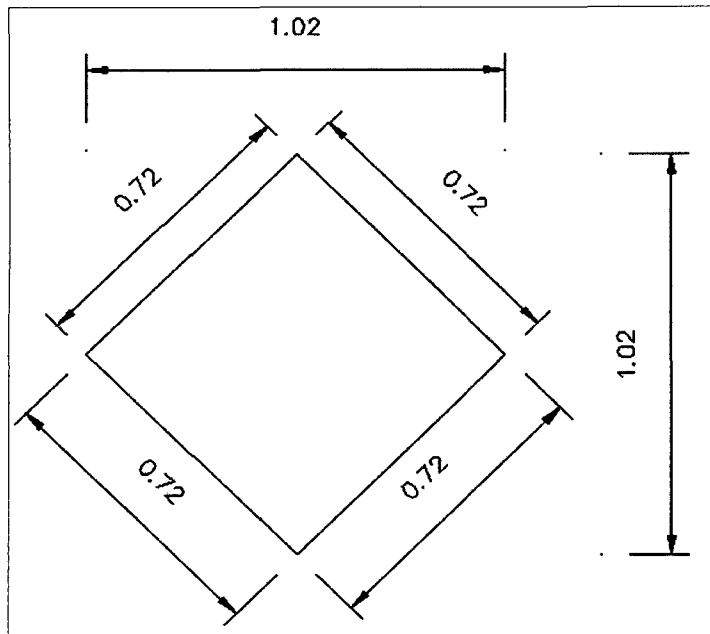
t (espesor) = 14.50 cm
 D (diagonal) = 101.80 cm

CARGA (Kg)	v'm (Kg/cm ²)	Lectura (cm)	Deformación (cm)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0	0.00	2.85	0.00	0.0	0.0000
250	0.17	2.90	0.05	0.5	0.0005
500	0.34	2.91	0.06	0.6	0.0006
750	0.51	2.92	0.07	0.7	0.0007
1000	0.68	2.95	0.10	1.0	0.0010
1250	0.85	2.96	0.11	1.1	0.0011
1500	1.02	2.97	0.12	1.2	0.0012
1750	1.19	2.98	0.13	1.3	0.0013
2000	1.35	2.99	0.14	1.4	0.0014
2250	1.52	3.00	0.15	1.5	0.0015
2500	1.69	3.01	0.16	1.6	0.0016
2750	1.86	3.02	0.17	1.7	0.0017
3000	2.03	3.03	0.18	1.8	0.0018
3250	2.20	3.04	0.19	1.9	0.0019
3500	2.37	3.05	0.20	2.0	0.0020
3750	2.54	3.06	0.21	2.1	0.0021
4000	2.71	3.07	0.22	2.2	0.0022
4250	2.88	3.08	0.23	2.3	0.0023
4500	3.05	3.09	0.24	2.4	0.0024
4750	3.22	3.10	0.25	2.5	0.0025
5000	3.39	3.11	0.26	2.6	0.0026
5250	3.56	3.12	0.27	2.7	0.0027

5500	3.73	3.13	0.28	2.8	0.0028
5750	3.90	3.15	0.30	3.0	0.0029
6000	4.06	3.17	0.32	3.2	0.0031
6250	4.23	3.18	0.33	3.3	0.0032
6500	4.40	3.19	0.34	3.4	0.0033
6750	4.57	3.20	0.35	3.5	0.0034
7000	4.74	3.21	0.36	3.6	0.0035
7250	4.91	3.22	0.37	3.7	0.0036
7500	5.08	3.23	0.38	3.8	0.0037
7750	5.25	3.24	0.39	3.9	0.0038
8000	5.42	3.25	0.40	4.0	0.0039
8250	5.59	3.26	0.41	4.1	0.0040
8500	5.76	3.27	0.42	4.2	0.0041
8750	5.93	3.28	0.43	4.3	0.0042
9000	6.10	3.29	0.44	4.4	0.0043
9250	6.27	3.30	0.45	4.5	0.0044
9500	6.44	3.31	0.46	4.6	0.0045
9750	6.61	3.32	0.47	4.7	0.0046
10000	6.77	3.33	0.48	4.8	0.0047
10250	6.94	3.34	0.49	4.9	0.0048
10500	7.11	3.35	0.50	5.0	0.0049
10750	7.28	3.36	0.51	5.1	0.0050
11000	7.45	3.37	0.52	5.2	0.0051
11250	7.62	3.38	0.53	5.3	0.0052
11500	7.79	3.39	0.54	5.4	0.0053
11750	7.96	3.40	0.55	5.5	0.0054
12000	8.13	3.41	0.56	5.6	0.0055
12250	8.30	3.42	0.57	5.7	0.0056
12500	8.47	3.43	0.58	5.8	0.0057
12750	8.64	3.44	0.59	5.9	0.0058
13000	8.81	3.45	0.60	6.0	0.0059
13250	8.98	3.46	0.61	6.1	0.0060
13500	9.15	3.47	0.62	6.2	0.0061
13750	9.32	3.48	0.63	6.3	0.0062
14000	9.48	3.49	0.64	6.4	0.0063
14250	9.65	3.50	0.65	6.5	0.0064
14500	9.82	3.51	0.66	6.6	0.0065
14750	9.99	3.52	0.67	6.7	0.0066
15000	10.16	3.53	0.68	6.8	0.0067
15250	10.33	3.54	0.69	6.9	0.0068
15500	10.50	3.55	0.70	7.0	0.0069
15750	10.67	3.56	0.71	7.1	0.0070
15980	10.83	-	-	-	-

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: MCC-03



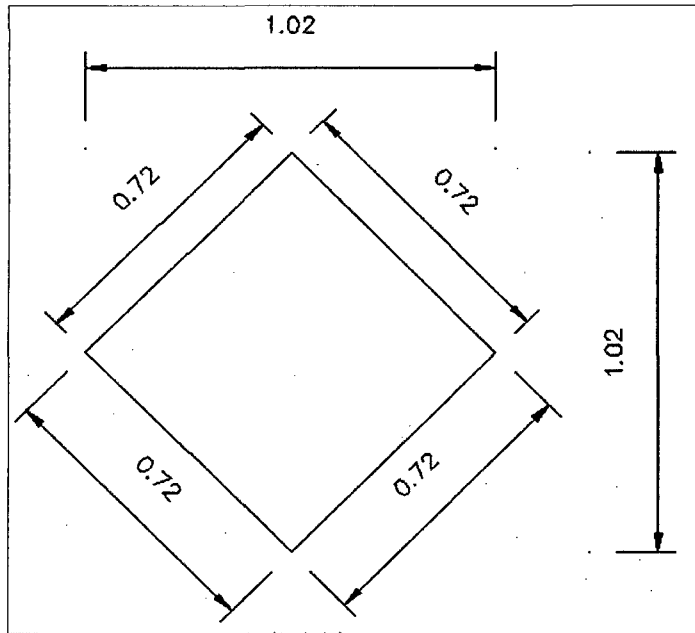
t (espesor) = 14.50 cm
 D (diagonal) = 101.80 cm

CARGA (Kg)	v'm (Kg/cm ²)	Lectura (cm)	Deformación (cm)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0	0.00	8.20	0.00	0.0	0.0000
250	0.17	8.21	0.01	0.1	0.0001
500	0.34	8.22	0.02	0.2	0.0002
750	0.51	8.23	0.03	0.3	0.0003
1000	0.68	8.24	0.04	0.4	0.0004
1250	0.85	8.25	0.05	0.5	0.0005
1500	1.02	8.26	0.06	0.6	0.0006
1750	1.19	8.27	0.07	0.7	0.0007
2000	1.35	8.28	0.08	0.8	0.0008
2250	1.52	8.29	0.09	0.9	0.0009
2500	1.69	8.30	0.10	1.0	0.0010
2750	1.86	8.31	0.11	1.1	0.0011
3000	2.03	8.32	0.12	1.2	0.0012
3250	2.20	8.33	0.13	1.3	0.0013
3500	2.37	8.35	0.15	1.5	0.0015
3750	2.54	8.37	0.17	1.7	0.0017
4000	2.71	8.39	0.19	1.9	0.0019
4250	2.88	8.40	0.20	2.0	0.0020
4500	3.05	8.41	0.21	2.1	0.0021
4750	3.22	8.43	0.23	2.3	0.0023
5000	3.39	8.44	0.24	2.4	0.0024
5250	3.56	8.45	0.25	2.5	0.0025

5500	3.73	8.47	0.27	2.7	0.0027
5750	3.90	8.49	0.29	2.9	0.0028
6000	4.06	8.50	0.30	3.0	0.0029
6250	4.23	8.51	0.31	3.1	0.0030
6500	4.40	8.53	0.33	3.3	0.0032
6750	4.57	8.54	0.34	3.4	0.0033
7000	4.74	8.55	0.35	3.5	0.0034
7250	4.91	8.56	0.36	3.6	0.0035
7500	5.08	8.57	0.37	3.7	0.0036
7750	5.25	8.58	0.38	3.8	0.0037
8000	5.42	8.59	0.39	3.9	0.0038
8250	5.59	8.60	0.40	4.0	0.0039
8500	5.76	8.63	0.43	4.3	0.0042
8750	5.93	8.64	0.44	4.4	0.0043
9000	6.10	8.66	0.46	4.6	0.0045
9250	6.27	8.68	0.48	4.8	0.0047
9500	6.44	8.69	0.49	4.9	0.0048
9750	6.61	8.71	0.51	5.1	0.0050
10000	6.77	8.72	0.52	5.2	0.0051
10250	6.94	8.74	0.54	5.4	0.0053
10500	7.11	8.75	0.55	5.5	0.0054
10750	7.28	8.77	0.57	5.7	0.0056
11000	7.45	8.78	0.58	5.8	0.0057
11250	7.62	8.79	0.59	5.9	0.0058
11500	7.79	8.81	0.61	6.1	0.0060
11750	7.96	8.82	0.62	6.2	0.0061
12000	8.13	8.84	0.64	6.4	0.0062
12250	8.30	8.85	0.65	6.5	0.0064
12500	8.47	8.86	0.66	6.6	0.0065
12750	8.64	8.88	0.68	6.8	0.0067
13000	8.81	8.89	0.69	6.9	0.0068
13250	8.98	8.91	0.71	7.1	0.0069
13500	9.15	8.92	0.72	7.2	0.0071
13750	9.32	8.93	0.73	7.3	0.0072
14000	9.48	8.95	0.75	7.5	0.0073
14250	9.65	8.96	0.76	7.6	0.0075
14500	9.82	8.97	0.77	7.7	0.0076
14750	9.99	8.99	0.79	7.9	0.0078
15000	10.16	9.00	0.80	8.0	0.0079
15250	10.33	9.02	0.82	8.2	0.0080
15500	10.50	9.03	0.83	8.3	0.0082
15750	10.67	9.04	0.84	8.4	0.0083
16000	10.84	9.06	0.86	8.6	0.0084
16250	11.01	9.07	0.87	8.7	0.0086
16500	11.18	9.09	0.89	8.9	0.0087
16750	11.35	9.10	0.90	9.0	0.0089
17000	11.52	9.11	0.91	9.1	0.0090
17120	11.60	-	-	-	-

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: MCS-01



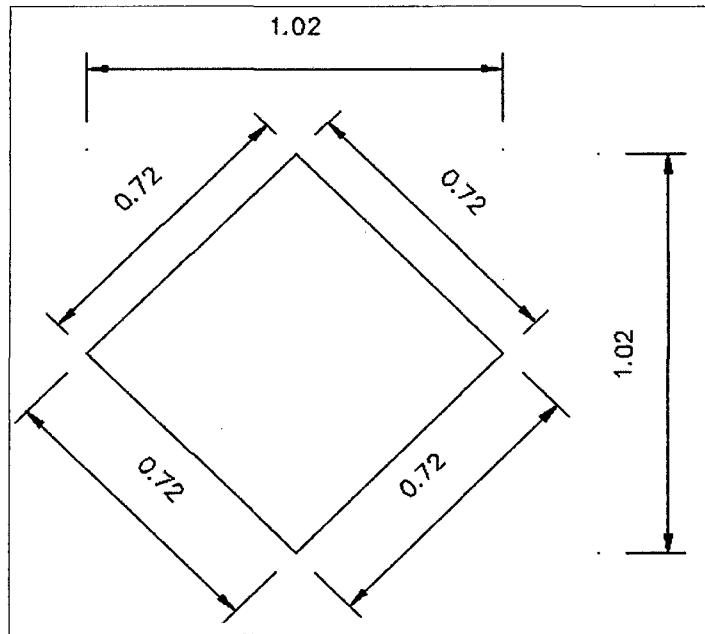
t (espesor) = 14.50 cm
 D (diagonal) = 101.80 cm

CARGA (Kg)	v'm (Kg/cm ²)	Lectura (cm)	Deformación (cm)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0	0.00	2.50	0.00	0.0	0.0000
250	0.17	2.51	0.01	0.1	0.0001
500	0.34	2.52	0.02	0.2	0.0002
750	0.51	2.53	0.03	0.3	0.0003
1000	0.68	2.55	0.05	0.5	0.0005
1250	0.85	2.56	0.06	0.6	0.0006
1500	1.02	2.57	0.07	0.7	0.0007
1750	1.19	2.58	0.08	0.8	0.0008
2000	1.35	2.59	0.09	0.9	0.0009
2250	1.52	2.60	0.10	1.0	0.0010
2500	1.69	2.61	0.11	1.1	0.0011
2750	1.86	2.62	0.12	1.2	0.0012
3000	2.03	2.63	0.13	1.3	0.0013
3250	2.20	2.64	0.14	1.4	0.0014
3500	2.37	2.65	0.15	1.5	0.0015
3750	2.54	2.66	0.16	1.6	0.0016
4000	2.71	2.67	0.17	1.7	0.0017
4250	2.88	2.68	0.18	1.8	0.0018
4500	3.05	2.69	0.19	1.9	0.0019
4750	3.22	2.70	0.20	2.0	0.0020
5000	3.39	2.71	0.21	2.1	0.0021
5250	3.56	2.72	0.22	2.2	0.0022

5500	3.73	2.73	0.23	2.3	0.0023
5750	3.90	2.74	0.24	2.4	0.0024
6000	4.06	2.75	0.25	2.5	0.0025
6250	4.23	2.76	0.26	2.6	0.0026
6500	4.40	2.77	0.27	2.7	0.0027
6750	4.57	2.78	0.28	2.8	0.0028
7000	4.74	2.79	0.29	2.9	0.0028
7250	4.91	2.80	0.30	3.0	0.0029
7500	5.08	2.81	0.31	3.1	0.0030
7750	5.25	2.82	0.32	3.2	0.0031
8000	5.42	2.83	0.33	3.3	0.0032
8250	5.59	2.84	0.34	3.4	0.0033
8500	5.76	2.85	0.35	3.5	0.0034
8750	5.93	2.86	0.36	3.6	0.0035
9000	6.10	2.87	0.37	3.7	0.0036
9250	6.27	2.88	0.38	3.8	0.0037
9500	6.44	2.89	0.39	3.9	0.0038
9750	6.61	2.90	0.40	4.0	0.0039
10000	6.77	2.91	0.41	4.1	0.0040
10250	6.94	2.92	0.42	4.2	0.0041
10500	7.11	2.93	0.43	4.3	0.0042
10750	7.28	2.94	0.44	4.4	0.0043
11000	7.45	2.95	0.45	4.5	0.0044
11250	7.62	2.96	0.46	4.6	0.0045
11500	7.79	2.97	0.47	4.7	0.0046
11750	7.96	2.98	0.48	4.8	0.0047
12000	8.13	2.99	0.49	4.9	0.0048
12250	8.30	3.00	0.50	5.0	0.0049
12500	8.47	3.01	0.51	5.1	0.0050
12750	8.64	3.02	0.52	5.2	0.0051
13000	8.81	3.03	0.53	5.3	0.0052
13250	8.98	3.04	0.54	5.4	0.0053
13400	9.08	-	-	-	-

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: MCS-02



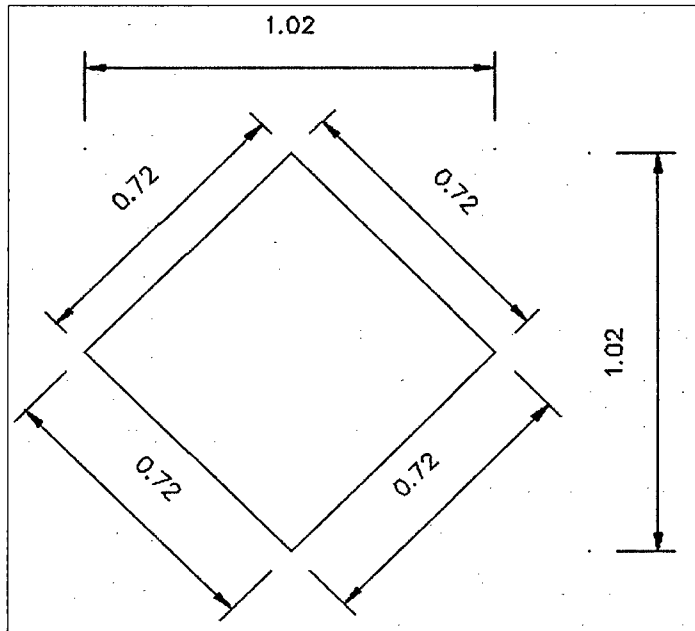
t (espesor) = 14.50 cm
 D (diagonal) = 101.80 cm

CARGA (Kg)	v'm (Kg/cm ²)	Lectura (cm)	Deformación (cm)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0	0.00	2.10	0.00	0.0	0.0000
250	0.17	2.15	0.05	0.5	0.0005
500	0.34	2.21	0.11	1.1	0.0011
750	0.51	2.27	0.17	1.7	0.0017
1000	0.68	2.30	0.20	2.0	0.0020
1250	0.85	2.31	0.21	2.1	0.0021
1500	1.02	2.32	0.22	2.2	0.0022
1750	1.19	2.33	0.23	2.3	0.0023
2000	1.35	2.35	0.25	2.5	0.0025
2250	1.52	2.39	0.29	2.9	0.0028
2500	1.69	2.40	0.30	3.0	0.0029
2750	1.86	2.41	0.31	3.1	0.0030
3000	2.03	2.43	0.33	3.3	0.0032
3250	2.20	2.45	0.35	3.5	0.0034
3500	2.37	2.47	0.37	3.7	0.0036
3750	2.54	2.50	0.40	4.0	0.0039
4000	2.71	2.51	0.41	4.1	0.0040
4250	2.88	2.52	0.42	4.2	0.0041
4500	3.05	2.53	0.43	4.3	0.0042
4750	3.22	2.55	0.45	4.5	0.0044
5000	3.39	2.56	0.46	4.6	0.0045
5250	3.56	2.57	0.47	4.7	0.0046

5500	3.73	2.58	0.48	4.8	0.0047
5750	3.90	2.59	0.49	4.9	0.0048
6000	4.06	2.60	0.50	5.0	0.0049
6250	4.23	2.61	0.51	5.1	0.0050
6500	4.40	2.62	0.52	5.2	0.0051
6750	4.57	2.65	0.55	5.5	0.0054
7000	4.74	2.66	0.56	5.6	0.0055
7250	4.91	2.67	0.57	5.7	0.0056
7500	5.08	2.68	0.58	5.8	0.0057
7750	5.25	2.69	0.59	5.9	0.0058
8000	5.42	2.70	0.60	6.0	0.0059
8250	5.59	2.71	0.61	6.1	0.0060
8500	5.76	2.72	0.62	6.2	0.0061
8750	5.93	2.73	0.63	6.3	0.0062
9000	6.10	2.74	0.64	6.4	0.0063
9250	6.27	2.75	0.65	6.5	0.0064
9500	6.44	2.76	0.66	6.6	0.0065
9750	6.61	2.77	0.67	6.7	0.0066
10000	6.77	2.78	0.68	6.8	0.0067
10250	6.94	2.79	0.69	6.9	0.0068
10500	7.11	2.80	0.70	7.0	0.0069
10750	7.28	2.81	0.71	7.1	0.0070
11000	7.45	2.82	0.72	7.2	0.0071
11250	7.62	2.83	0.73	7.3	0.0072
11500	7.79	2.84	0.74	7.4	0.0073
11750	7.96	2.85	0.75	7.5	0.0074
12000	8.13	2.86	0.76	7.6	0.0075
12250	8.30	2.87	0.77	7.7	0.0076
12500	8.47	2.88	0.78	7.8	0.0077
12750	8.64	2.89	0.79	7.9	0.0078
13000	8.81	2.90	0.80	8.0	0.0079
13250	8.98	2.91	0.81	8.1	0.0080
13500	9.15	2.92	0.82	8.2	0.0081
13750	9.32	2.93	0.83	8.3	0.0082
14000	9.48	2.94	0.84	8.4	0.0083
14250	9.65	2.96	0.86	8.6	0.0084

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: MCS-03



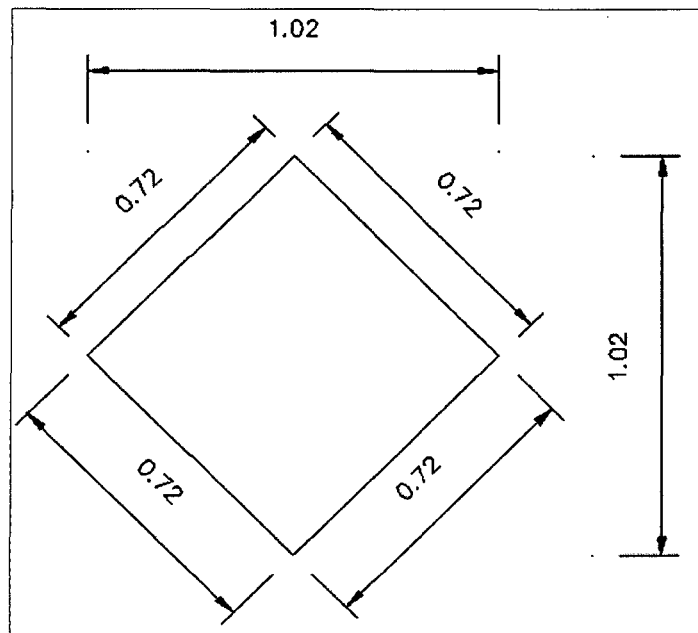
t (espesor) = 14.50 cm
 D (diagonal) = 101.80 cm

CARGA (Kg)	v'm (Kg/cm ²)	Lectura (cm)	Deformación (cm)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0000
250	0.17	0.01	0.01	0.1	0.0001
500	0.34	0.10	0.10	1.0	0.0010
750	0.51	0.15	0.15	1.5	0.0015
1000	0.68	0.17	0.17	1.7	0.0017
1250	0.85	0.20	0.20	2.0	0.0020
1500	1.02	0.23	0.23	2.3	0.0023
1750	1.19	0.25	0.25	2.5	0.0025
2000	1.35	0.30	0.30	3.0	0.0029
2250	1.52	0.33	0.33	3.3	0.0032
2500	1.69	0.35	0.35	3.5	0.0034
2750	1.86	0.36	0.36	3.6	0.0035
3000	2.03	0.38	0.38	3.8	0.0037
3250	2.20	0.40	0.40	4.0	0.0039
3500	2.37	0.41	0.41	4.1	0.0040
3750	2.54	0.42	0.42	4.2	0.0041
4000	2.71	0.43	0.43	4.3	0.0042
4250	2.88	0.44	0.44	4.4	0.0043
4500	3.05	0.45	0.45	4.5	0.0044
4750	3.22	0.46	0.46	4.6	0.0045
5000	3.39	0.47	0.47	4.7	0.0046
5250	3.56	0.49	0.49	4.9	0.0048

5500	3.73	0.50	0.50	5.0	0.0049
5750	3.90	0.51	0.51	5.1	0.0050
6000	4.06	0.52	0.52	5.2	0.0051
6250	4.23	0.53	0.53	5.3	0.0052
6500	4.40	0.54	0.54	5.4	0.0053
6750	4.57	0.55	0.55	5.5	0.0054
7000	4.74	0.56	0.56	5.6	0.0055
7250	4.91	0.57	0.57	5.7	0.0056
7500	5.08	0.58	0.58	5.8	0.0057
7750	5.25	0.59	0.59	5.9	0.0058
8000	5.42	0.60	0.60	6.0	0.0059
8250	5.59	0.61	0.61	6.1	0.0060
8500	5.76	0.62	0.62	6.2	0.0061
8750	5.93	0.63	0.63	6.3	0.0062
9000	6.10	0.64	0.64	6.4	0.0063
9250	6.27	0.65	0.65	6.5	0.0064
9500	6.44	0.66	0.66	6.6	0.0065
9750	6.61	0.67	0.67	6.7	0.0066
10000	6.77	0.68	0.68	6.8	0.0067
10250	6.94	0.69	0.69	6.9	0.0068
10500	7.11	0.70	0.70	7.0	0.0069
10750	7.28	0.71	0.71	7.1	0.0070
11000	7.45	0.72	0.72	7.2	0.0071
11250	7.62	0.73	0.73	7.3	0.0072
11500	7.79	0.74	0.74	7.4	0.0073
11750	7.96	0.75	0.75	7.5	0.0074
12000	8.13	0.76	0.76	7.6	0.0075
12250	8.30	0.77	0.77	7.7	0.0076
12500	8.47	0.78	0.78	7.8	0.0077
12750	8.64	0.79	0.79	7.9	0.0078
13000	8.81	0.80	0.80	8.0	0.0079
13250	8.98	0.81	0.81	8.1	0.0080
13500	9.15	0.82	0.82	8.2	0.0081
13750	9.32	0.83	0.83	8.3	0.0082
14000	9.48	0.84	0.84	8.4	0.0083
14180	9.61	-	-	-	-

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: MAC-01



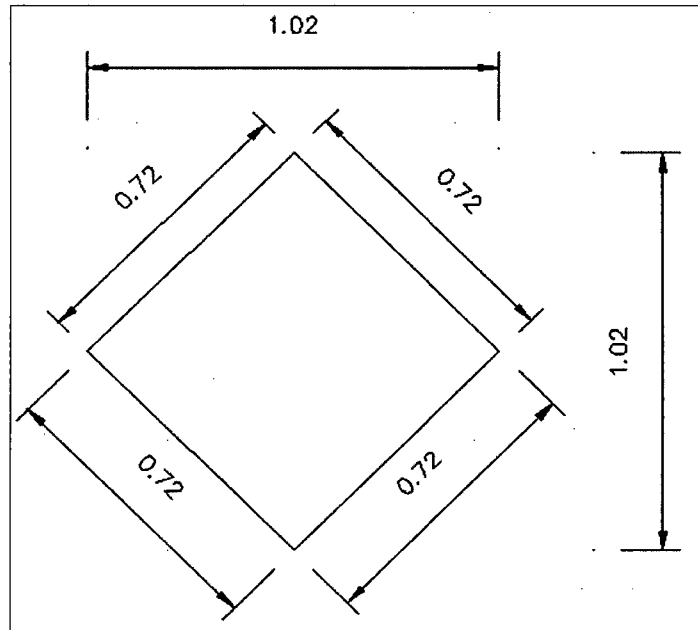
t (espesor) = 13.00 cm
 D (diagonal) = 101.80 cm

CARGA (Kg)	v'm (Kg/cm ²)	Lectura (cm)	Deformación (cm)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0	0.00	4.51	0.00	0.0	0.0000
250	0.19	4.53	0.02	0.2	0.0002
500	0.38	4.54	0.03	0.3	0.0003
750	0.57	4.55	0.04	0.4	0.0004
1000	0.76	4.56	0.05	0.5	0.0005
1250	0.94	4.57	0.06	0.6	0.0006
1500	1.13	4.59	0.08	0.8	0.0008
1750	1.32	4.60	0.09	0.9	0.0009
2000	1.51	4.61	0.10	1.0	0.0010
2250	1.70	4.62	0.11	1.1	0.0011
2500	1.89	4.63	0.12	1.2	0.0012
2750	2.08	4.64	0.13	1.3	0.0013
3000	2.27	4.65	0.14	1.4	0.0014
3250	2.46	4.66	0.15	1.5	0.0015
3500	2.64	4.67	0.16	1.6	0.0016
3750	2.83	4.68	0.17	1.7	0.0017
4000	3.02	4.69	0.18	1.8	0.0018
4250	3.21	4.70	0.19	1.9	0.0019
4500	3.40	4.71	0.20	2.0	0.0020
4750	3.59	4.72	0.21	2.1	0.0021
5000	3.78	4.73	0.22	2.2	0.0022
5250	3.97	4.74	0.23	2.3	0.0023

5500	4.16	4.75	0.24	2.4	0.0024
5750	4.34	4.76	0.25	2.5	0.0025
6000	4.53	4.77	0.26	2.6	0.0026
6250	4.72	4.78	0.27	2.7	0.0027
6500	4.91	4.79	0.28	2.8	0.0028
6750	5.10	4.80	0.29	2.9	0.0028
7000	5.29	4.81	0.30	3.0	0.0029
7250	5.48	4.82	0.31	3.1	0.0030
7500	5.67	4.83	0.32	3.2	0.0031
7750	5.86	4.84	0.33	3.3	0.0032
8000	6.05	4.85	0.34	3.4	0.0033
8250	6.23	4.86	0.35	3.5	0.0034
8500	6.42	4.87	0.36	3.6	0.0035
8750	6.61	4.88	0.37	3.7	0.0036
9000	6.80	4.89	0.38	3.8	0.0037
9250	6.99	4.90	0.39	3.9	0.0038
9500	7.18	4.91	0.40	4.0	0.0039
9750	7.37	4.92	0.41	4.1	0.0040
10000	7.56	4.93	0.42	4.2	0.0041
10250	7.75	4.94	0.43	4.3	0.0042
10500	7.93	4.95	0.44	4.4	0.0043
10750	8.12	4.96	0.45	4.5	0.0044
10890	8.23	-	-	-	-

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: MAC-02



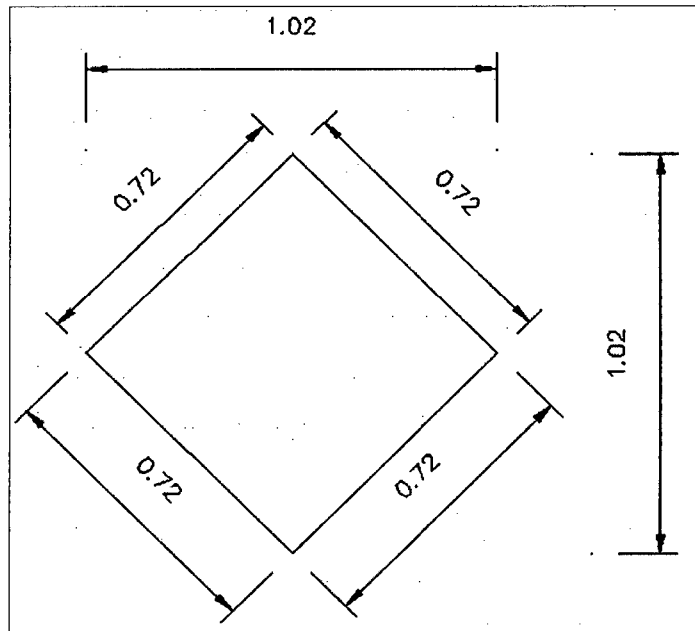
t (espesor) = 13.00 cm
 D (diagonal) = 101.80 cm

CARGA (Kg)	v'm (Kg/cm ²)	Lectura (cm)	Deformación (cm)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0	0.00	0.77	0.00	0.0	0.0000
250	0.19	0.78	0.01	0.1	0.0001
500	0.38	0.79	0.02	0.2	0.0002
750	0.57	0.80	0.03	0.3	0.0003
1000	0.76	0.81	0.04	0.4	0.0004
1250	0.94	0.82	0.05	0.5	0.0005
1500	1.13	0.83	0.06	0.6	0.0006
1750	1.32	0.84	0.07	0.7	0.0007
2000	1.51	0.85	0.08	0.8	0.0008
2250	1.70	0.86	0.09	0.9	0.0009
2500	1.89	0.87	0.10	1.0	0.0010
2750	2.08	0.88	0.11	1.1	0.0011
3000	2.27	0.89	0.12	1.2	0.0012
3250	2.46	0.90	0.13	1.3	0.0013
3500	2.64	0.91	0.14	1.4	0.0014
3750	2.83	0.92	0.15	1.5	0.0015
4000	3.02	0.93	0.16	1.6	0.0016
4250	3.21	0.94	0.17	1.7	0.0017
4500	3.40	0.95	0.18	1.8	0.0018
4750	3.59	0.96	0.19	1.9	0.0019
5000	3.78	0.97	0.20	2.0	0.0020
5250	3.97	0.99	0.22	2.2	0.0022

5500	4.16	1.01	0.24	2.4	0.0024
5750	4.34	1.02	0.25	2.5	0.0025
6000	4.53	1.03	0.26	2.6	0.0026
6250	4.72	1.04	0.27	2.7	0.0027
6500	4.91	1.05	0.28	2.8	0.0028
6750	5.10	1.06	0.29	2.9	0.0028
7000	5.29	1.07	0.30	3.0	0.0029
7250	5.48	1.08	0.31	3.1	0.0030
7500	5.67	1.09	0.32	3.2	0.0031
7750	5.86	1.10	0.33	3.3	0.0032
8000	6.05	1.11	0.34	3.4	0.0033
8250	6.23	1.12	0.35	3.5	0.0034
8500	6.42	1.13	0.36	3.6	0.0035
8750	6.61	1.14	0.37	3.7	0.0036
9000	6.80	1.15	0.38	3.8	0.0037
9250	6.99	1.16	0.39	3.9	0.0038
9500	7.18	1.17	0.40	4.0	0.0039
9750	7.37	1.18	0.41	4.1	0.0040
10000	7.56	1.19	0.42	4.2	0.0041
10250	7.75	1.20	0.43	4.3	0.0042
10500	7.93	1.21	0.44	4.4	0.0043
10750	8.12	1.22	0.45	4.5	0.0044
11000	8.31	1.23	0.46	4.6	0.0045
11250	8.50	1.24	0.47	4.7	0.0046
11320	8.55	-	-	-	-

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: MAC-03



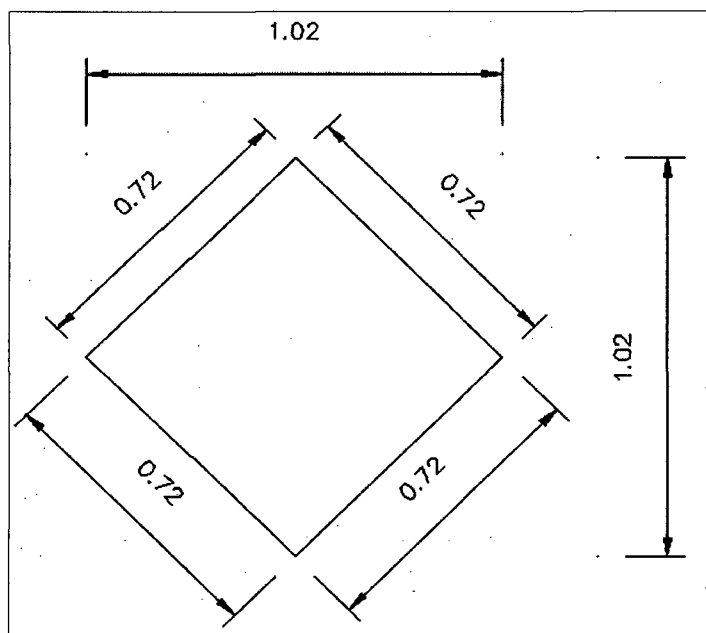
t (espesor) = 13.00 cm
 D (diagonal) = 101.80 cm

CARGA (Kg)	v'm (Kg/cm ²)	Lectura (cm)	Deformación (cm)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0000
250	0.19	0.01	0.01	0.1	0.0001
500	0.38	0.02	0.02	0.2	0.0002
750	0.57	0.04	0.04	0.4	0.0004
1000	0.76	0.05	0.05	0.5	0.0005
1250	0.94	0.06	0.06	0.6	0.0006
1500	1.13	0.07	0.07	0.7	0.0007
1750	1.32	0.08	0.08	0.8	0.0008
2000	1.51	0.09	0.09	0.9	0.0009
2250	1.70	0.10	0.10	1.0	0.0010
2500	1.89	0.11	0.11	1.1	0.0011
2750	2.08	0.12	0.12	1.2	0.0012
3000	2.27	0.13	0.13	1.3	0.0013
3250	2.46	0.14	0.14	1.4	0.0014
3500	2.64	0.15	0.15	1.5	0.0015
3750	2.83	0.16	0.16	1.6	0.0016
4000	3.02	0.17	0.17	1.7	0.0017
4250	3.21	0.18	0.18	1.8	0.0018
4500	3.40	0.19	0.19	1.9	0.0019
4750	3.59	0.20	0.20	2.0	0.0020
5000	3.78	0.21	0.21	2.1	0.0021
5250	3.97	0.23	0.23	2.3	0.0023

5500	4.16	0.24	0.24	2.4	0.0024
5750	4.34	0.25	0.25	2.5	0.0025
6000	4.53	0.26	0.26	2.6	0.0026
6250	4.72	0.27	0.27	2.7	0.0027
6500	4.91	0.28	0.28	2.8	0.0028
6750	5.10	0.29	0.29	2.9	0.0028
7000	5.29	0.30	0.30	3.0	0.0029
7250	5.48	0.31	0.31	3.1	0.0030
7500	5.67	0.32	0.32	3.2	0.0031
7750	5.86	0.33	0.33	3.3	0.0032
8000	6.05	0.34	0.34	3.4	0.0033
8250	6.23	0.35	0.35	3.5	0.0034
8500	6.42	0.36	0.36	3.6	0.0035
8750	6.61	0.37	0.37	3.7	0.0036
9000	6.80	0.38	0.38	3.8	0.0037
9250	6.99	0.39	0.39	3.9	0.0038
9500	7.18	0.40	0.40	4.0	0.0039
9750	7.37	0.41	0.41	4.1	0.0040
10000	7.56	0.42	0.42	4.2	0.0041
10250	7.75	0.43	0.43	4.3	0.0042
10500	7.93	0.44	0.44	4.4	0.0043
10750	8.12	0.45	0.45	4.5	0.0044
11000	8.31	0.46	0.46	4.6	0.0045
11250	8.50	0.47	0.47	4.7	0.0046
11500	8.69	0.48	0.48	4.8	0.0047
11750	8.88	0.49	0.49	4.9	0.0048
11920	9.01	-	-	-	-

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: MAS-01



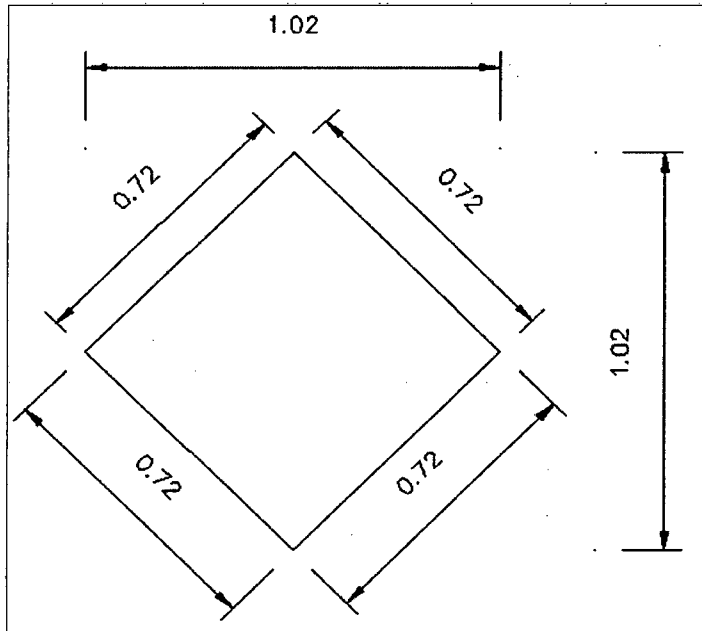
t (espesor) = 13.00 cm
 D (diagonal) = 101.80 cm

CARGA (Kg)	v'm (Kg/cm ²)	Lectura (cm)	Deformación (cm)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0	0.00	2.48	0.00	0.0	0.0000
250	0.19	2.49	0.01	0.1	0.0001
500	0.38	2.51	0.03	0.3	0.0003
750	0.57	2.53	0.05	0.5	0.0005
1000	0.76	2.54	0.06	0.6	0.0006
1250	0.94	2.55	0.07	0.7	0.0007
1500	1.13	2.56	0.08	0.8	0.0008
1750	1.32	2.57	0.09	0.9	0.0009
2000	1.51	2.58	0.10	1.0	0.0010
2250	1.70	2.59	0.11	1.1	0.0011
2500	1.89	2.60	0.12	1.2	0.0012
2750	2.08	2.61	0.13	1.3	0.0013
3000	2.27	2.62	0.14	1.4	0.0014
3250	2.46	2.63	0.15	1.5	0.0015
3500	2.64	2.64	0.16	1.6	0.0016
3750	2.83	2.65	0.17	1.7	0.0017
4000	3.02	2.66	0.18	1.8	0.0018
4250	3.21	2.67	0.19	1.9	0.0019
4500	3.40	2.68	0.20	2.0	0.0020
4750	3.59	2.69	0.21	2.1	0.0021
5000	3.78	2.70	0.22	2.2	0.0022
5250	3.97	2.71	0.23	2.3	0.0023

5500	4.16	2.72	0.24	2.4	0.0024
5750	4.34	2.73	0.25	2.5	0.0025
6000	4.53	2.74	0.26	2.6	0.0026
6250	4.72	2.75	0.27	2.7	0.0027
6500	4.91	2.76	0.28	2.8	0.0028
6750	5.10	2.77	0.29	2.9	0.0028
7000	5.29	2.78	0.30	3.0	0.0029
7250	5.48	2.79	0.31	3.1	0.0030
7500	5.67	2.80	0.32	3.2	0.0031
7750	5.86	2.81	0.33	3.3	0.0032
8000	6.05	2.82	0.34	3.4	0.0033
8250	6.23	2.83	0.35	3.5	0.0034
8500	6.42	2.84	0.36	3.6	0.0035
8750	6.61	2.85	0.37	3.7	0.0036
9000	6.80	2.86	0.38	3.8	0.0037
9250	6.99	2.87	0.39	3.9	0.0038
9500	7.18	2.88	0.40	4.0	0.0039
9750	7.37	2.89	0.41	4.1	0.0040
10000	7.56	2.90	0.42	4.2	0.0041
10250	7.75	2.91	0.43	4.3	0.0042
10400	7.86	-	-	-	-

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
CODIGO: MAS-02



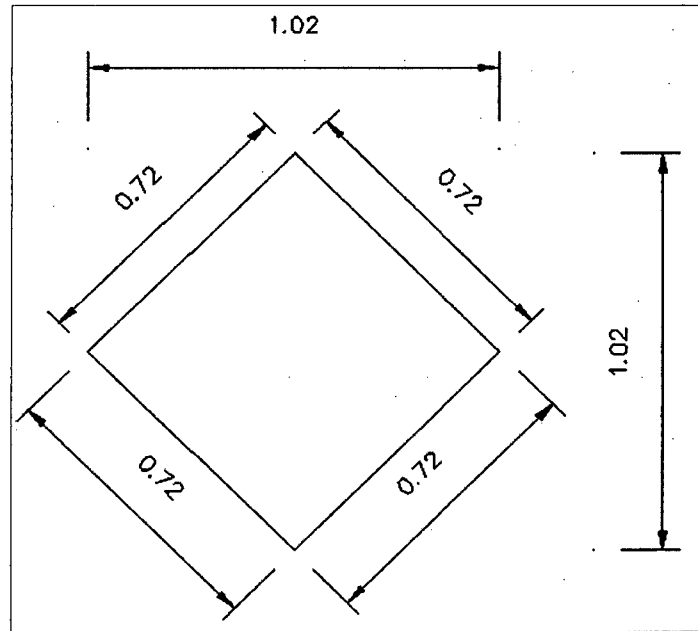
t (espesor) = 13.00 cm
 D (diagonal) = 101.80 cm

CARGA (Kg)	v'm (Kg/cm ²)	Lectura (cm)	Deformación (cm)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0000
250	0.19	0.03	0.03	0.3	0.0003
500	0.38	0.06	0.06	0.6	0.0006
750	0.57	0.07	0.07	0.7	0.0007
1000	0.76	0.08	0.08	0.8	0.0008
1250	0.94	0.09	0.09	0.9	0.0009
1500	1.13	0.10	0.10	1.0	0.0010
1750	1.32	0.11	0.11	1.1	0.0011
2000	1.51	0.12	0.12	1.2	0.0012
2250	1.70	0.13	0.13	1.3	0.0013
2500	1.89	0.14	0.14	1.4	0.0014
2750	2.08	0.15	0.15	1.5	0.0015
3000	2.27	0.16	0.16	1.6	0.0016
3250	2.46	0.17	0.17	1.7	0.0017
3500	2.64	0.18	0.18	1.8	0.0018
3750	2.83	0.19	0.19	1.9	0.0019
4000	3.02	0.20	0.20	2.0	0.0020
4250	3.21	0.21	0.21	2.1	0.0021
4500	3.40	0.22	0.22	2.2	0.0022
4750	3.59	0.23	0.23	2.3	0.0023
5000	3.78	0.24	0.24	2.4	0.0024
5250	3.97	0.26	0.26	2.6	0.0026

5500	4.16	0.28	0.28	2.8	0.0028
5750	4.34	0.29	0.29	2.9	0.0028
6000	4.53	0.30	0.30	3.0	0.0029
6250	4.72	0.31	0.31	3.1	0.0030
6500	4.91	0.32	0.32	3.2	0.0031
6750	5.10	0.33	0.33	3.3	0.0032
7000	5.29	0.34	0.34	3.4	0.0033
7250	5.48	0.35	0.35	3.5	0.0034
7500	5.67	0.36	0.36	3.6	0.0035
7750	5.86	0.37	0.37	3.7	0.0036
8000	6.05	0.38	0.38	3.8	0.0037
8250	6.23	0.39	0.39	3.9	0.0038
8500	6.42	0.40	0.40	4.0	0.0039
8750	6.61	0.41	0.41	4.1	0.0040
9000	6.80	0.42	0.42	4.2	0.0041
9250	6.99	0.43	0.43	4.3	0.0042
9500	7.18	0.44	0.44	4.4	0.0043
9750	7.37	0.45	0.45	4.5	0.0044
10000	7.56	0.46	0.46	4.6	0.0045
10250	7.75	0.47	0.47	4.7	0.0046
10500	7.93	0.48	0.48	4.8	0.0047
10750	8.12	0.49	0.49	4.9	0.0048
10760	8.13	-	-	-	-

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE LADRILLOS DE CONCRETO - MORTERO SIN CAL

TESIS: "COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLOS - 2 TIPOS DE MORTERO"
 CODIGO: MAS-03



t (espesor) = 13.00 cm
 D (diagonal) = 101.80 cm

CARGA (Kg)	v'm (Kg/cm ²)	Lectura (cm)	Deformación (cm)	Deformación (mm)	Deformación unitaria (ε)
0	0.00	3.33	0.00	0.0	0.0000
250	0.19	3.35	0.02	0.2	0.0002
500	0.38	3.36	0.03	0.3	0.0003
750	0.57	3.37	0.04	0.4	0.0004
1000	0.76	3.38	0.05	0.5	0.0005
1250	0.94	3.39	0.06	0.6	0.0006
1500	1.13	3.40	0.07	0.7	0.0007
1750	1.32	3.41	0.08	0.8	0.0008
2000	1.51	3.42	0.09	0.9	0.0009
2250	1.70	3.43	0.10	1.0	0.0010
2500	1.89	3.44	0.11	1.1	0.0011
2750	2.08	3.45	0.12	1.2	0.0012
3000	2.27	3.46	0.13	1.3	0.0013
3250	2.46	3.47	0.14	1.4	0.0014
3500	2.64	3.48	0.15	1.5	0.0015
3750	2.83	3.49	0.16	1.6	0.0016
4000	3.02	3.50	0.17	1.7	0.0017
4250	3.21	3.51	0.18	1.8	0.0018
4500	3.40	3.52	0.19	1.9	0.0019
4750	3.59	3.53	0.20	2.0	0.0020
5000	3.78	3.54	0.21	2.1	0.0021
5250	3.97	3.55	0.22	2.2	0.0022

5500	4.16	3.56	0.23	2.3	0.0023
5750	4.34	3.57	0.24	2.4	0.0024
6000	4.53	3.58	0.25	2.5	0.0025
6250	4.72	3.60	0.27	2.7	0.0027
6500	4.91	3.61	0.28	2.8	0.0028
6750	5.10	3.62	0.29	2.9	0.0028
7000	5.29	3.63	0.30	3.0	0.0029
7250	5.48	3.64	0.31	3.1	0.0030
7500	5.67	3.65	0.32	3.2	0.0031
7750	5.86	3.66	0.33	3.3	0.0032
8000	6.05	3.67	0.34	3.4	0.0033
8250	6.23	3.68	0.35	3.5	0.0034
8500	6.42	3.69	0.36	3.6	0.0035
8750	6.61	3.70	0.37	3.7	0.0036
9000	6.80	3.71	0.38	3.8	0.0037
9250	6.99	3.72	0.39	3.9	0.0038
9500	7.18	3.73	0.40	4.0	0.0039
9750	7.37	3.74	0.41	4.1	0.0040
10000	7.56	3.75	0.42	4.2	0.0041
10250	7.75	3.76	0.43	4.3	0.0042
10500	7.93	3.77	0.44	4.4	0.0043
10750	8.12	3.78	0.45	4.5	0.0044
11000	8.31	3.79	0.46	4.6	0.0045
11060	8.36	-	-	-	-



ANEXOS 2

PANEL FOTOGRAFICO

Foto 01. Medición de uno de los lados del ladrillo para el Ensayo de Variabilidad Dimensional de los Ladrillos de Arcilla.

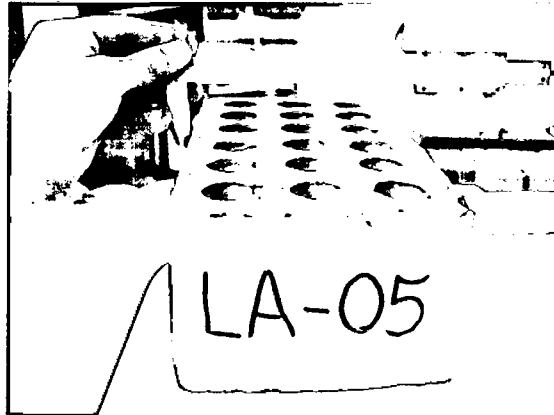


Foto 02. Medición de uno de los lados del ladrillo para el Ensayo de Variabilidad Dimensional de los Ladrillos de Concreto.

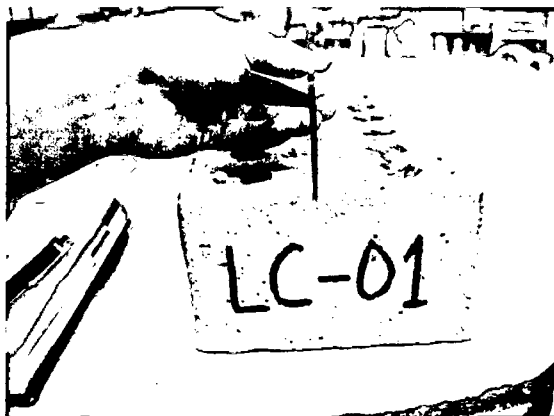


Foto 03. Medición de una de las diagonales en una cara para el Ensayo de Alabeo de los Ladrillos de Arcilla.



Foto 04. Medición de una de las diagonales en una cara para el Ensayo de Alabeo de los Ladrillos de Concreto.



Foto 05. Se pesaron 20 ladrillos de arcilla para el Cálculo del Peso promedio de los Ladrillos de Arcilla.

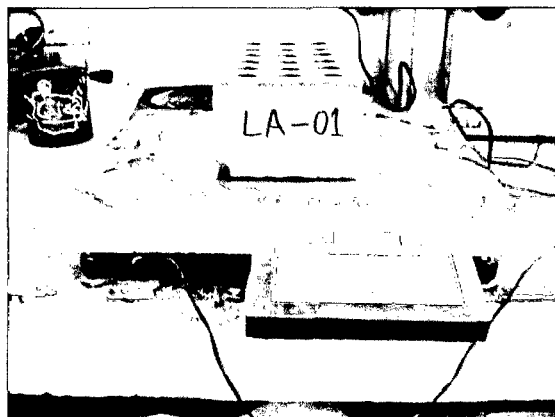


Foto 06. Se pesaron 20 ladrillos de arcilla para el Cálculo del Peso promedio de los Ladrillos de Concreto.

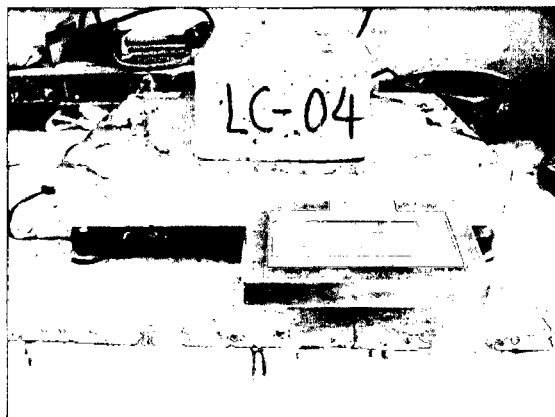


Foto 07. Ensayo de Resistencia a Compresión de Ladrillos de Arcilla.

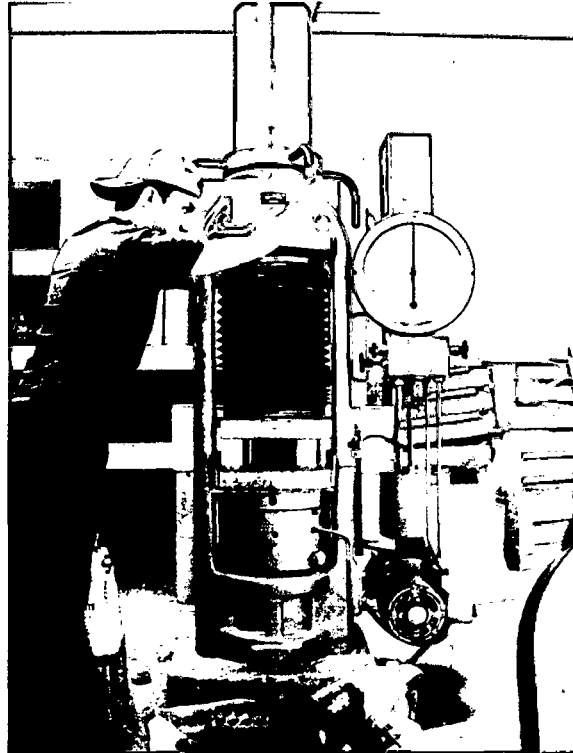


Foto 08. Ensayo de Resistencia a Compresión de Ladrillos de Concreto.

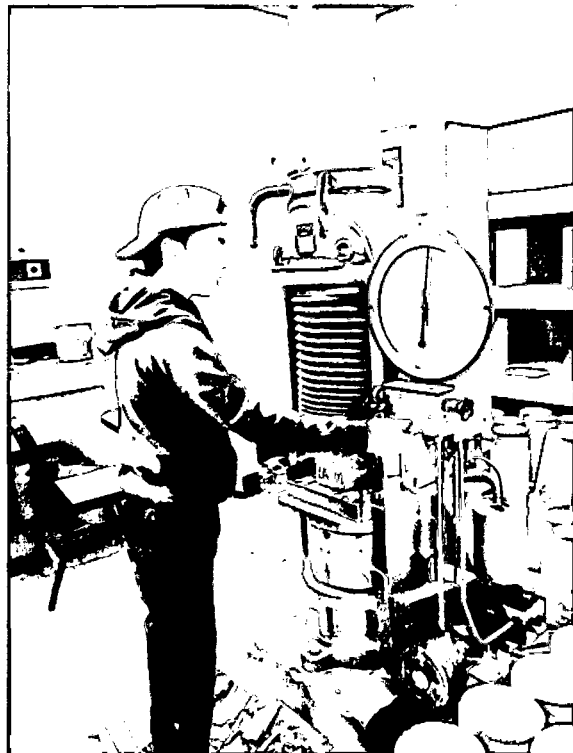


Foto 09. Colocación de los ladrillos en una superficie de agua de 3 mm durante 1 min para el Ensayo de Succión de los Ladrillos de Arcilla.



Foto 10. Colocación de los ladrillos en una superficie de agua de 3 mm durante 1 min para el Ensayo de Succión de los Ladrillos de Concreto.



Foto 11. Ladrillos completamente sumergidos durante 24 h para el Ensayo de Absorción de los Ladrillos de Arcilla.

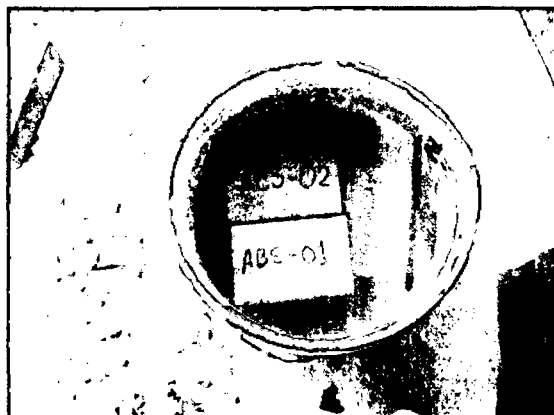


Foto 12. Ladrillos completamente sumergidos durante 24 h para el Ensayo de Absorción de los Ladrillos de Concreto.

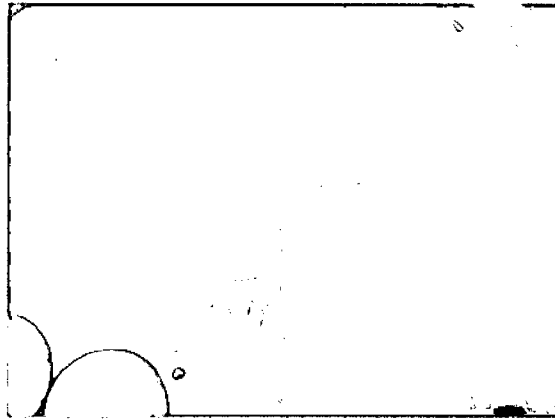


Foto 13. Ladrillo en el proceso de levantado para que la arena pueda ser medida en al probeta para el cálculo del Porcentaje de Ranuras de los Ladrillos de Arcilla.



Foto 14. Ladrillo en el proceso de levantado para que la arena pueda ser medida en al probeta para el cálculo del Porcentaje de Ranuras de los Ladrillos de Concreto.



Foto 15. Tamizado de la Arena Media por la malla N°4 para que pueda cumplir con la Norma E.070.



Foto 16. Mallas ASTM, balanza analítica y demás equipos para el Cálculo de la Granulometría de la Arena Media.



Foto 17. Varillaje de los especímenes para la elaboración de los Especímenes de Mortero sin Cal.



Foto 18. Varillaje de los especímenes para la elaboración de los Especímenes de Mortero con Cal.



Foto 19. Toma de temperatura en la mañana de agua de curado para los especímenes de mortero.



Foto 20. Especímenes desencofrados y el ensayo de Resistencia a Compresión de los Especímenes de Mortero con Cal.

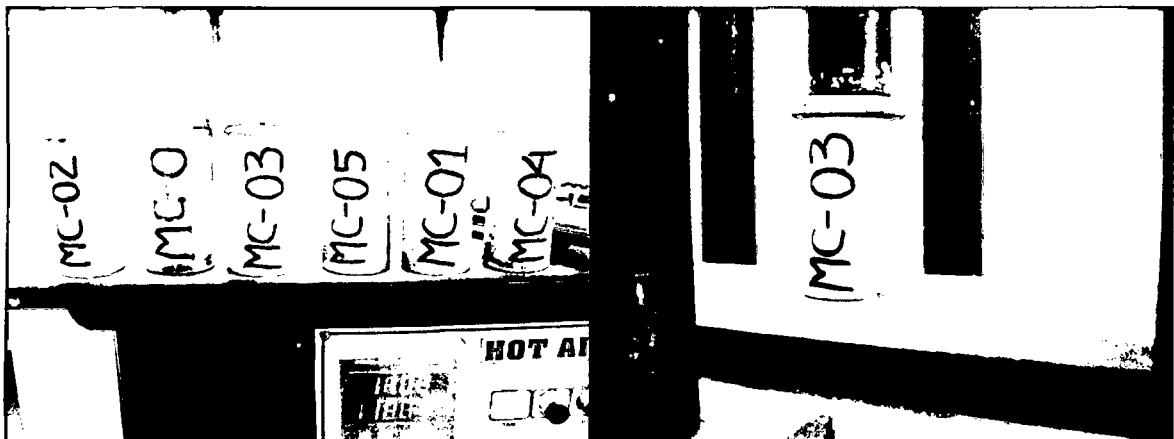


Foto 21. Especímenes desencofrados y el ensayo de Resistencia a Compresión de los Especímenes de Mortero sin Cal.

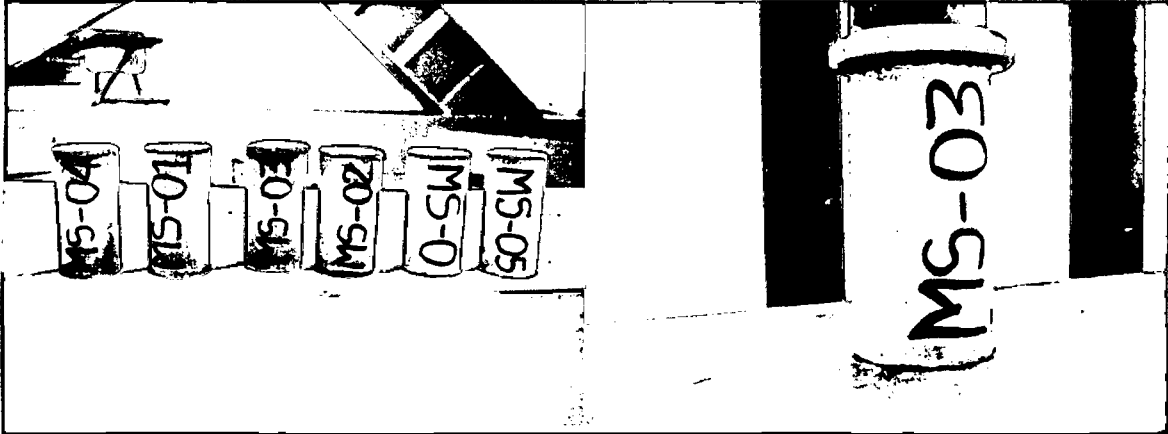


Foto 22. Capping de yeso en las Pilas de las diferentes Combinaciones.



Foto 23. Ensayo a Carga Axial para el cálculo de la Resistencia Característica a Compresión Axial de las Pilas de la COMBINACIÓN 1 (Ladrillos de Concreto con Mortero con Cal) y la forma de la falla fue ideal, frágil y la cual no fue explosiva.

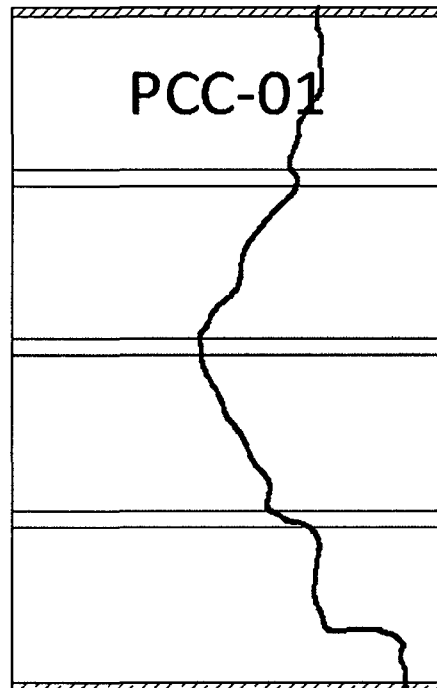
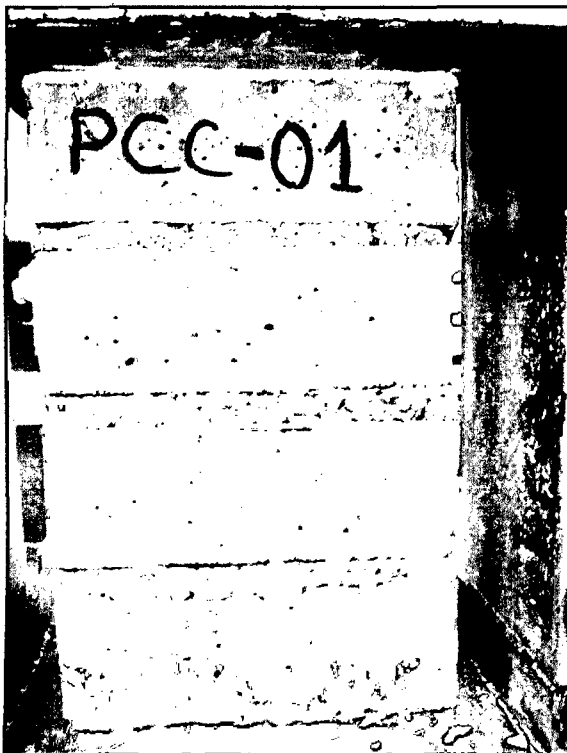
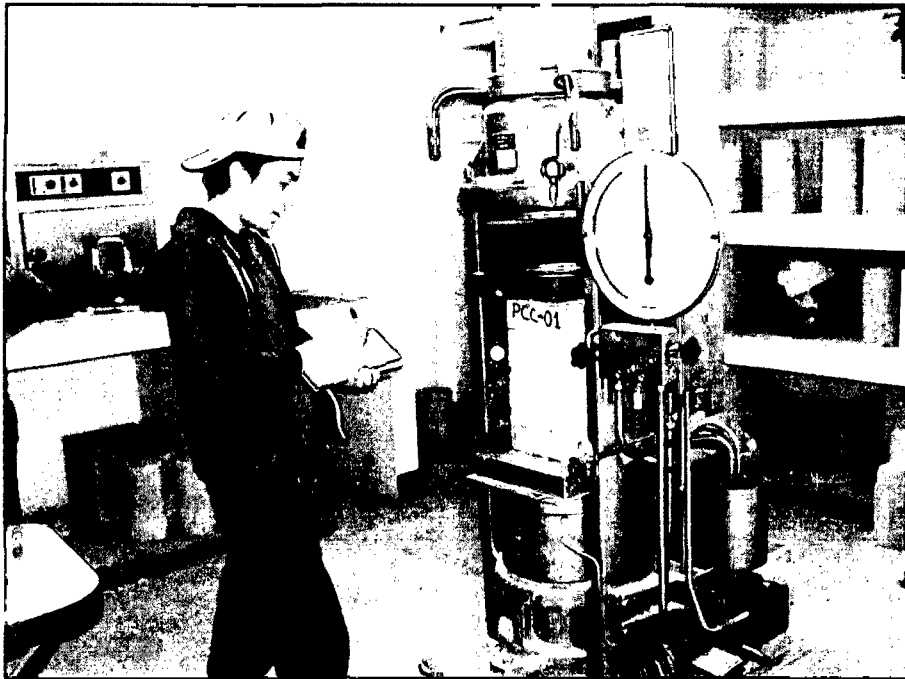


Foto 24. Ensayo a Carga Axial para el cálculo de la Resistencia Característica a Compresión Axial de las Pilas de la COMBINACIÓN 2 (Ladrillos de Concreto con Mortero sin Cal) y la forma de la falla fue frágil, la base presento estrias y la falla no fue explosiva.

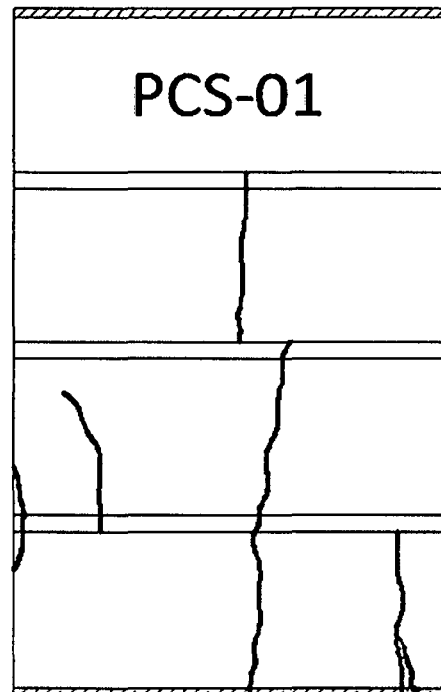
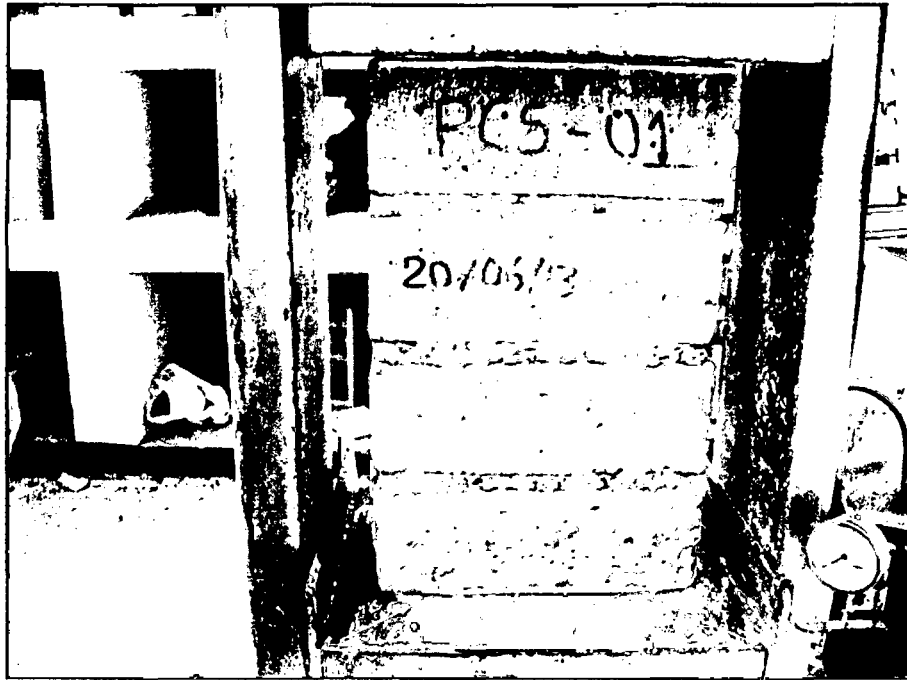


Foto 25. Ensayo a Carga Axial para el cálculo de la Resistencia Característica a Compresión Axial Pilas de la COMBINACIÓN 3 (Ladrillos de Arcilla con Mortero con Cal) y la forma de la falla fue frágil, la base presento estrías y la falla no fue explosiva.

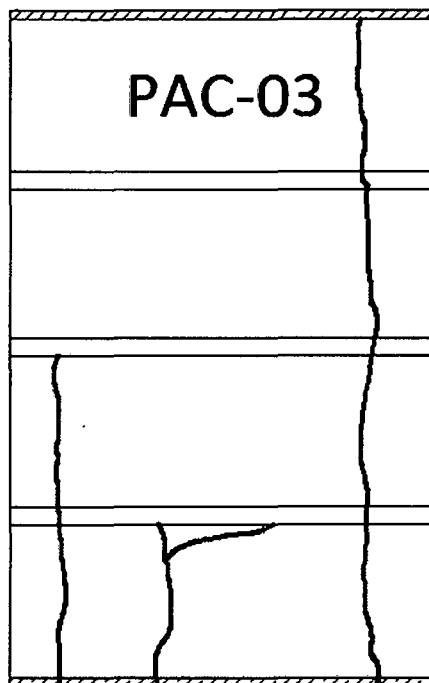


Foto 26. Ensayo a Carga Axial para el cálculo de la Resistencia Característica a Compresión Axial de las Pilas de la COMBINACIÓN 4 (Ladrillos de Arcilla con Mortero sin Cal) y la forma de la falla fue frágil, la base presento estrías y la falla no fue explosiva.

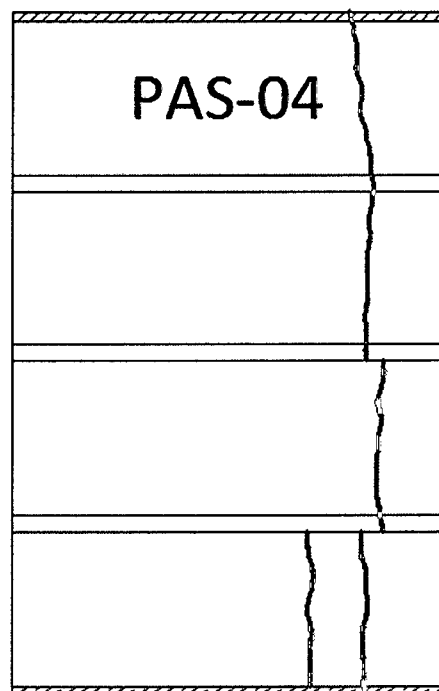
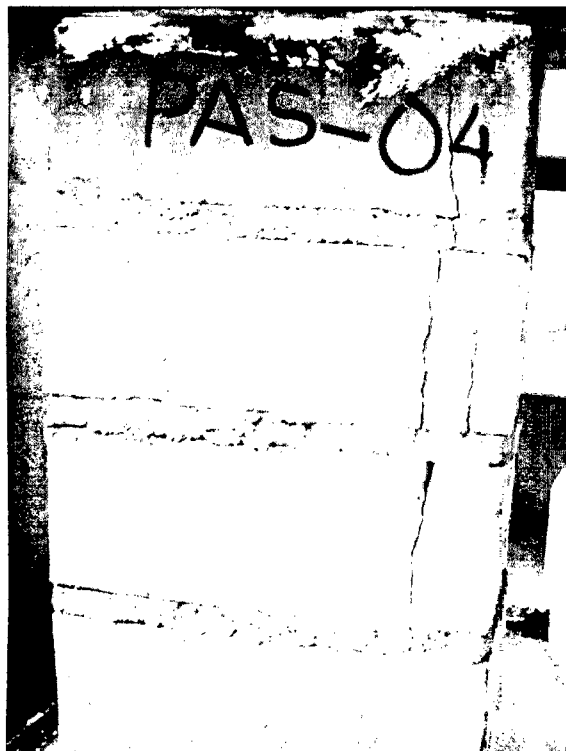


Foto 27. Colocación del Capping de yeso en los Muretes de las diferentes Combinaciones.



Foto 28. Capping Terminado en todos los Muretes de todas las Combinaciones.



Foto 29. Toma de datos con nivel de ingeniero desde el papel milimetrado centrado en el centro de los muretes de cada una de las combinaciones.



Foto 30. Ensayo a Compresión Diagonal para el cálculo de la Resistencia Característica al Corte de los Muretes de la COMBINACIÓN 1 (Ladrillos de Concreto con Mortero con Cal), la falla pasó por el ladrillo y el mortero, falla ideal y también fue explosiva.

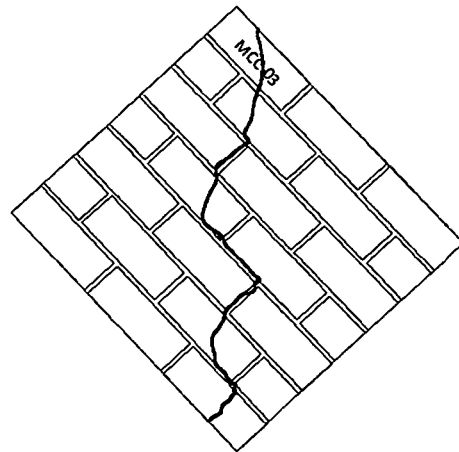
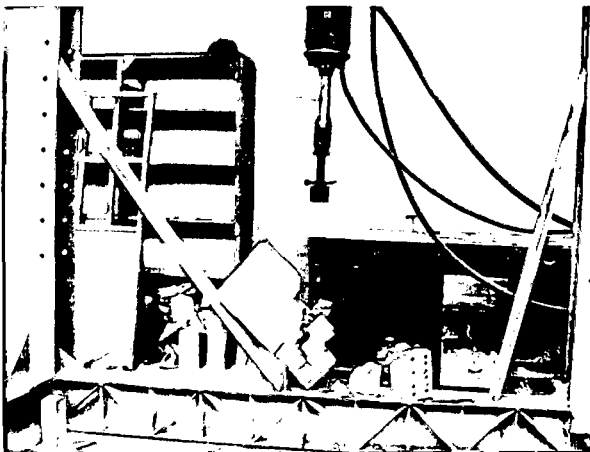
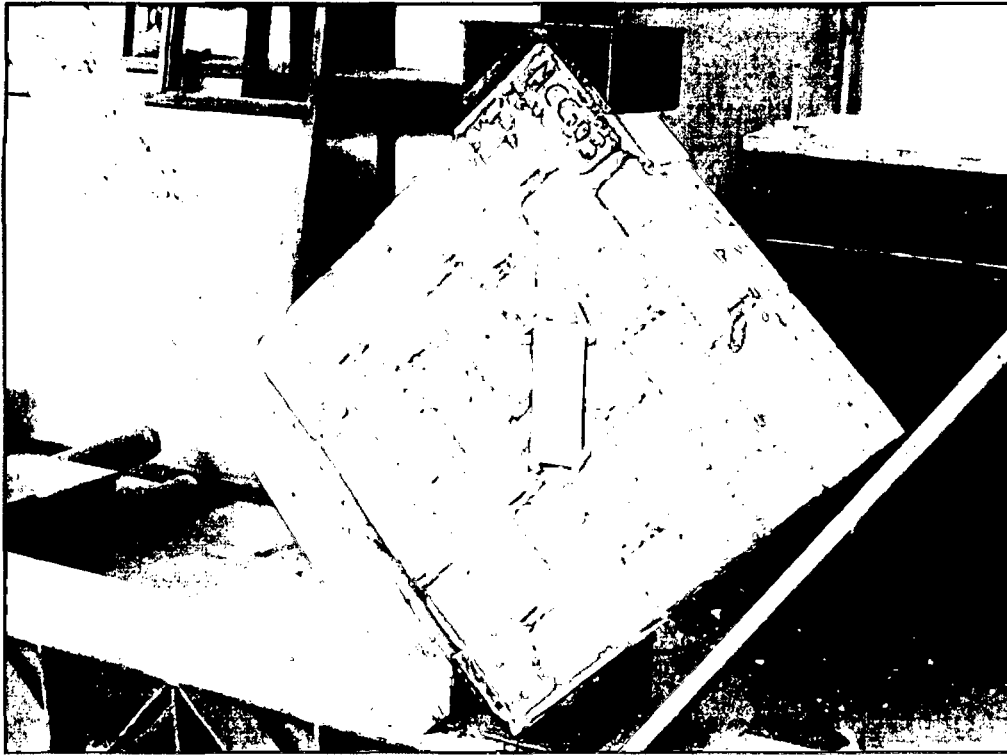


Foto 31. Ensayo a Compresión Diagonal para el cálculo de la Resistencia Característica al Corte de los Muretes de la COMBINACIÓN 2 (Ladrillos de Concreto con Mortero sin Cal), la falla pasó por el ladrillo y el mortero y también fue explosiva.

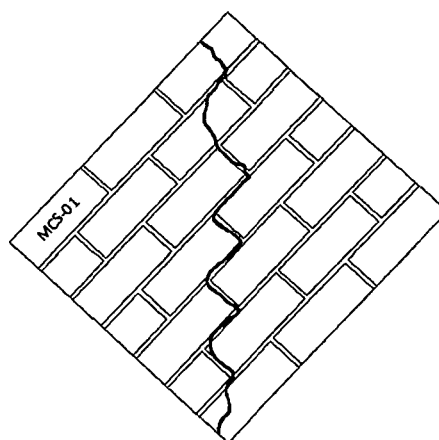


Foto 32. Ensayo a Compresión Diagonal para el cálculo de la Resistencia Característica al Corte de los Muretes de la COMBINACIÓN 3 (Ladrillos de Arcilla con Mortero con Cal), la falla pasó por el ladrillo y el mortero y no fue explosiva.

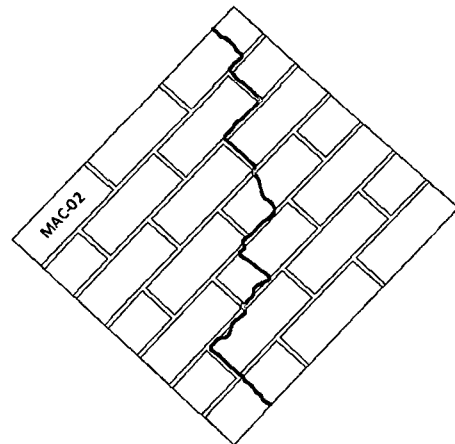
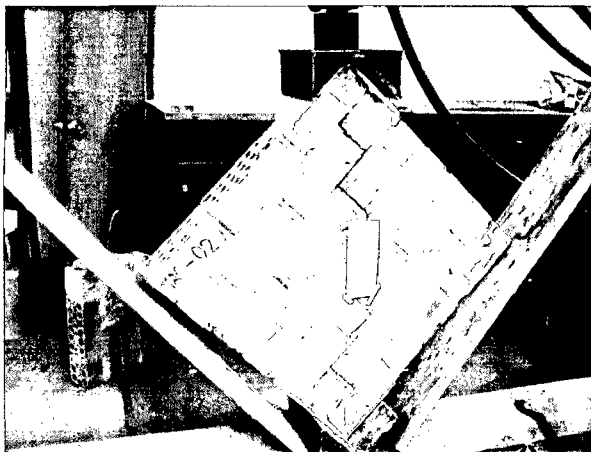
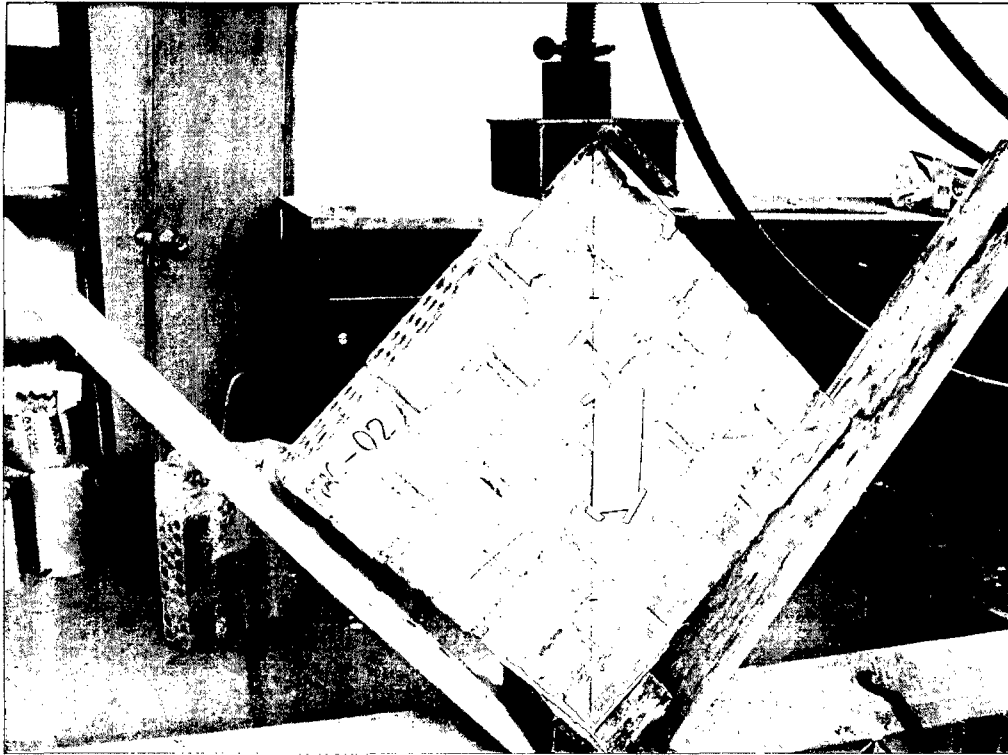


Foto 33. Ensayo a Compresión Diagonal para el cálculo de la Resistencia Característica al Corte de los Muretes de la COMBINACIÓN 4 (Ladrillos de Arcilla con Mortero sin Cal), la falla pasó por el ladrillo y el mortero y no fue explosiva.

