



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Olave Cortez Juan Carlos

ASESOR:

Mg. Sotelo Urbano Johanna Del Carmen

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Administración y seguridad en la construcción

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

(2017)

PÁGINA DEL JURADO

PÁGINA DEL JURADO

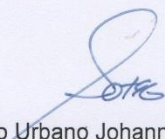
Los miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo damos conformidad para la sustentación de la Tesis Titulada **“Influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente durante 1 hora”**, la misma que debe ser defendida por el tesista aspirante a obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.


Nuevo Chimbote, 21 de Julio del 2017



Mgtr. Mozo Castañeda Erika Magaly
PRESIDENTE



Mgtr. Sotelo Urbano Johanna Del Carmen
ASESOR



Ing. Elena Charo Quevedo Haro
VOCAL

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo a Dios
que me ha dado la vida y fortaleza
para culminar este informe
satisfactoriamente.

A mis padres por estar siempre
A mi lado dándome fuerzas
y apoyándome en todo.

Al Magister Mozo Castañeda
Erika Magaly por brindarme
sus conocimientos y ser guía
en la elaboración de mi trabajo.

Juan Carlos Olave Cortez

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios
por darme sabiduría para
poder concluir con éxito
este informe de prácticas.

A mis padres porque sin
ellos no podría estudiar
con facilidad.

A mis profesores ya que me guiaron
en mi desarrollo como estudiante,
para llegar a superarme
cada día.

Juan Carlos Olave Cortez

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD:

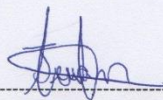
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD:

Yo Juan Carlos Olave Cortez con DNI N° 71627779, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Nuevo Chimbote, julio de 2017



OLAVE CORTEZ JUAN CARLOS

v

v

PRESENTACIÓN:

Presento este trabajo de investigación que recibe por título: “INFLUENCIA DEL ASERRÍN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLOS DE ARCILLA COCIDA ELABORADOS ARTESANALMENTE”, la tiene tres capítulos el primero es la introducción, donde están la realidad problemática, antecedentes, teorías relacionadas a la investigación, el problema , la justificación, hipótesis y; el objetivo general y específicos; segundo tenemos el marco metodológico, donde están las variables de estudio la población y la muestra entre otros puntos metodológicos; tercero tenemos los resultados obtenidos de la recolección de datos, al final se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó en esta investigación. La cual someto a la evaluación correspondiente para obtener el grado de ingeniero civil.

El Autor

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD:.....	v
PRESENTACIÓN:.....	vi
RESUMEN	ix
ABSTRACT:.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO METODOLÓGICO.....	23
2.1. Diseño de investigación.....	23
2.2. Variables, operacionalización.....	23
2.3. Población y muestra.....	25
2.3.1. Población.....	25
2.3.2. Muestra	25
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	25
2.5. Métodos de análisis de datos.....	26
2.6. Aspectos éticos.....	27
III. RESULTADOS	27
3.1. Influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de los ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente.....	27
3.2. Caracterizar empíricamente el suelo a ser usado para la elaboración de ladrillos	32
3.3. Determinar el porcentaje de aserrín idóneo para aumentar la resistencia a la compresión de los ladrillos.....	36
3.4. Determinar el porcentaje de aserrín que no afecte las dimensiones finales de los ladrillos	38
3.5. Elaborar ladrillos artesanales con elevada resistencia mecánica	40
IV. DISCUSIÓN.....	41
V. CONCLUSIONES	44
VI. RECOMENDACIONES	45
VII. REFERENCIAS.....	46
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	49
ANEXO 02: PROTOCOLOS DE ENSAYOS.....	52
ANEXO N° 03: MATRIZ PARA TOMA DE DATOS BAJO LA NORMA TÉCNICA PERUANA 331.017	57
ANEXO 04: NORMA TÉCNICA PERUANA 331.017	59

ANEXO 05: NORMA TÉCNICA PERUANA 331.018	69
ANEXO 06: MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVINDAS DE ADOBE DE ROBERTO MORALES	80
ANEXO 07: PLANO DE UBICACIÓN	106
ANEXO 08: PROGRAMA DE SENSIBILIZACIÓN	108
ANEXO 09: PANEL FOTOGRÁFICO	121

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICA N° 01: Porcentaje de aserrín vs resistencia a la compresión	30
GRÁFICA N° 02: Porcentaje de aserrín vs variación dimensional.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 01: Influencia del aserrín sobre la resistencia a la compresión y variación dimensional de los ladrillos artesanales	28
TABLA N° 02: Ensayo de granulometría (prueba de la botella) de Roberto Morales manual para la construcción de viviendas de adobe	32
TABLA N° 03: Ensayo de granulometría (prueba de la botella) en campo.....	33
TABLA N° 04: Ensayo de plasticidad (prueba del rollo) de Roberto Morales manual para la construcción de viviendas de adobe	33
TABLA N° 05: Ensayo de plasticidad (prueba de rollo) en campo.....	34
TABLA N° 06: Ensayo de resistencia (prueba del disco) de Roberto Morales manual para la construcción de viviendas de adobe	34
TABLA N° 07: Ensayo de resistencia (prueba del disco) en campo	35
TABLA N° 08: Resistencia a la compresión de ladrillos con aserrín adicionado.....	36
TABLA N° 09: Requisitos de dimensiones para ladrillos tipo I	38
TABLA N° 10: Variación de dimensiones de los ladrillos	38

RESUMEN

La investigación realizada se planteó como objetivo general el determinar la influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de los ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente.

Para esto se elaboraron 20 ladrillos de manera totalmente artesanal, adicionándole porcentajes de aserrín de 0%, 3 %, 5 %, 7 %, luego para la caracterización del suelo o materia prima se hicieron tres ensayos los cuales son prueba granulométrica (prueba de botella), prueba de plasticidad (prueba del rollo) y prueba de resistencia (prueba del disco o la bolita), por último se procedió a la cocción. Luego se realizó un ensayo de compresión y se midieron las aristas de los ladrillos.

Como resultado se obtuvieron ladrillos con resistencia adecuada bajo la norma técnica Peruana 331.017 pero esa resistencia tendía a bajar conforme aumentaba el porcentaje de aserrín adicionado; por lo que se concluye que el porcentaje de aserrín idóneo para aumentar la resistencia a la compresión y que no afecte las dimensiones finales de los ladrillos es de 3 %.

Palabras Claves: arcilla, aserrín, ladrillo

ABSTRACT:

The general objective of the research was to determine the influence of sawdust on the resistance to compression and dimensional variation of the clay bricks made by hand.

For this, 20 bricks were made in a completely handmade way, adding percentage of sawdust of 0%, 3%, 5%, 7%, then for the characterization of the soil or raw material three tests were done which are granulometric test (bottle test), Plasticity test (roll test) and resistance test (test of the disc or the ball), finally proceeded to the cooking. Then a compression test was performed and the edges of the bricks were measured.

As a result, bricks with adequate resistance were obtained under Peruvian technical standard 331.017, but this resistance tended to decrease as the percentage of sawdust added increased; So it is concluded that the percentage of sawdust suitable to increase the compressive strength and that does not affect the final dimensions of the bricks is 3%.

Key words: clay, sawdust, brick

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se denomina “Influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente”, la cual busca establecer si es que el agregarle aserrín a un ladrillo artesanal influye sobre su resistencia a la compresión y sobre su variación dimensional al salir del horno, es debido a ello que para realizar la presente investigación se indagó la realidad problemática la cual permitió enriquecerla.

Se debe tener en cuenta el informe mundial sobre desastres, donde indica que “la mayoría de la población urbana y de las grandes ciudades del mundo se concentra en los países de bajos y medianos ingresos donde viven cerca de 2.800 millones de habitantes urbanos sobre un total de 3.500 millones en todo el globo” (IFRC, 2010, p, 10).

En el mismo texto se expone: “que las proyecciones de las Naciones Unidas, por ejemplo de 2010 a 2030, donde casi todo el crecimiento demográfico mundial tendrá lugar en los centros urbanos de las naciones de bajos y medianos ingresos, en 1950 eran 75 y en 2008, 431 ubicando una proporción importante y cada vez más elevada de esas urbes millonarias en África, Asia y América Latina” (IFRC, 2010, p, 10).

“Así también en América Latina, África y Asia, la considerable escasez de recursos para la infraestructura y los servicios impiden atenuar el riesgo de desastres para buena parte de la población, lo cual puede atribuirse sobre todo a fallas de orden institucional y gubernamental” (IFRC, 2010, p, 10).

“Por lo que consideramos un riesgo en las ciudades, como por ejemplo el incremento de asentamientos informales o ilegales, la falta de infraestructura o servicios apropiados, la construcción de viviendas en lugares expuestos a riesgos debido a fuertes vientos, inundaciones o deslizamientos de tierra, o la construcción con materiales inflamables o de mala calidad, es causado en realidad por “la brecha de vulnerabilidad”. Por un lado está la falta de

conocimiento o de capacidad financiera y a veces la ausencia de voluntad de las autoridades urbanas para reducir las vulnerabilidades” (IFRC, 2010, p, 12).

Las estadísticas, en el año 2016, nos indica que el Perú no es ajeno a esta realidad, en marzo del presente año se han atendido 8416 emergencias a nivel nacional, en febrero 10175 y en enero 9884, lo cual nos muestra que nuestro país es vulnerable a los incendios y/o a otros desastres naturales, muchos de estos trayendo consigo pérdidas humanas y materiales, lamentablemente. Otro claro ejemplo, es que en el año 2013, los incendios registrados se incrementaron en un 220% con respecto al año 2012.

En Chimbote, sólo en la primera semana del 2016 se registraron 4 incendios, los cuales se presentaron en su mayoría en pueblos jóvenes o asentamientos humanos, donde los habitantes no tienen el poder económico para construir sus viviendas con materiales que resulten económicamente cómodos y que sean de buena calidad, lo ideal sería que ellos mismos puedan elaborar artesanalmente sus ladrillos y que estos puedan resistir los diversos externos sin perder sus propiedades, así en caso de un incendio o algún otro fenómeno natural las casas seguirán en pie el mayor tiempo posible, disminuyendo de esta manera las pérdidas de vidas y pérdidas materiales.

Los antecedentes más relevantes encontrados sobre el tema de investigación son los siguientes:

A nivel internacional, Álvarez en su tesis de investigación, expuso lo siguiente:

[...] Buscó obtener la proporción óptima de mezclado de arcillas arenosas y plásticas para la fabricación de ladrillos en el sector artesanal de Cuenca. Para esto realizó un diseño experimental de mezclas por el método de mínimos cuadrados ordinarios obteniendo modelos matemáticos de primer orden que describen

el comportamiento de parámetros como el índice de plasticidad, absorción de agua, contracción al secado, contracción a la quema, etc., todo esto a través de programación lineal mediante el método gráfico proporcionó el punto óptimo de mezclado. (103, p. 2).

Llegando a la conclusión que mediante el software OR Courseware se determinó que el punto óptimo para la mezcla es de 80% de arcilla, arenosa y un 20% de arcilla plástica. (103, p. 73).

Tomado de la tesis optimización del proceso de mezcla de arcilla para producción de ladrillos en el sector artesanal (2014, p. 73)

Así también, Mella, en su tesis expone:

[...] Se propuso Investigar los beneficios de la incorporación de puzolana a la masa cerámica del ladrillo. En primer lugar se analizó las características y propiedades de la puzolana, luego esta se incorporó a la masa cerámica de ladrillo para finalmente analizar el comportamiento de estos mediante mediciones de densidad, absorción conductividad térmica y resistencia a la compresión. De esta investigación se concluye que la incorporación de puzolana a la masa cerámica del ladrillo en porcentajes cercanos al 10% lleva a un reducción significativa de la conducción térmica sin comprometer la absorción ni la resistencia mecánica del ladrillo, mientras que si se agrega un porcentaje superior al 10% mejor la conductividad térmica pero compromete la absorción y la resistencia mecánica de la masa cerámica. (174, p. 166)

Tomado de la tesis estudio, caracterización y evaluación de puzolanas locales en la masa cerámica del ladrillo” (2004, p. 167)

Por otro lado los autores García Ubaque, García Vaca, María Camila y Vaca Bohórquez, elaboraron la investigación donde se expuso lo siguiente:

[...] Donde analizaron las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y absorción de humedad de ladrillos fabricados con mezclas de arcilla y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales. Para esto se elaboraron mezclas en proporciones 100:00, 99:1, 95:5, 90:10, 80:20 y 60:40 de arcilla y lodo respectivamente, luego los ladrillos se calcinaron entre 35°C y 1100°C. Se realizaron pruebas de absorción de agua y resistencia mecánica de compresión. Se concluyó que el rango o porcentaje de lodo más adecuado para hacer la mezcla con arcilla se encuentra entre el 5 y 10% ya que con esta medida el producto cumple con los estándares de calidad exigidos en Colombia. (38, p.10).

Tomado de la tesis resistencia mecánica de ladrillos preparados con mezclas de arcilla y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales (2013, p. 11)

En el caso de los antecedentes nacionales, tenemos:

A Saldarriaga, en su tesis titulada: “Fabricación de ladrillos aislantes y revestimientos cerámicos con diatomitas de San Juan, Argentina” (2009), buscó Investigar la factibilidad del uso de las tierras diatomeas de la provincia de San Juan, Argentina para la fabricación de ladrillos cerámicos aislantes. Primero se preparó la mezcla con agua y se agregó el mineral en diferentes proporciones, luego se realizó el moldeo/prensado, siguiendo con el secado y la cocción. Luego de esto se realizaron los análisis físicos a los ladrillos con diferentes porcentajes de diatomita. Al final llegó a la conclusión de que las propiedades térmicas de los ladrillos cerámicos mejoraron notablemente al aumentar los porcentajes de diatomita, con un 40% de este material la conductividad térmica disminuye en más del 50%, pasando de 0.93 a 0.33 W/m.K. sin embargo las propiedades mecánicas disminuyen notablemente como consecuencia del incremento de porosidad.

La investigadora Aguirre, en su tesis expone lo siguiente:

Tuvo como objetivo principal el determinar principalmente las características estructurales de la albañilería y sus componentes, con unidades fabricadas artesanalmente en las diferentes zonas de la región Junín, para lo cual primero se registró a los artesanos, se identificó las características principales de la materia prima, la oferta y la demanda, el proceso de producción. Después se realizó los ensayos de laboratorio: ensayos de la unidad (ladrillos) ensayos de la albañilería, ensayos de mortero. Finalmente se describió la tipología de las construcciones que predominan en la región central Junín, mostrando en forma visual y descriptiva los procesos constructivos característicos, así como las conclusiones y recomendaciones de cada uno de los tópicos desarrollados. Llegó a la conclusión de que tanto la variabilidad dimensional como el alabeo clasifican a las unidades como tipo IV y V, los resultados de resistencia a la compresión dan un valor promedio de 39.41 kg/cm^2 , resultado que no se aproxima al mínimo de 50 kg/cm^2 recomendado en la norma E70. (2004, p.13).

Tomado de la tesis evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín (2004, p. 13)

La tesis, elaborada por Barranzuela, expresa lo siguiente:

Buscó identificar el proceso de producción de las unidades fabricadas en el departamento de Piura y establecer algunos valores referentes de sus propiedades. Se basó en un muestreo exploratorio con visitas a las zonas de producción más importantes en la región, observando el proceso de fabricación desde la extracción de la materia prima hasta la cocción de las unidades. Para los valores referentes del producto final se tomaron muestras de las unidades elaboradas y se realizaron los ensayos que establece la Norma Peruana. Los resultados obtenidos indicarían que no hay una mejora significativa en la

calidad de las unidades en relación a otra investigación de 1995. Al parecer los esfuerzos aislados de mejorar el proceso de producción sin integrarlos con la materia prima sería la principal causa de este comportamiento. (186, p.15).

Tomado de la tesis proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región Piura (2014, p.15).

Por último los investigadores Alva y Choy, con su tesis “Fabricación y control de calidad según la norma técnica peruana del ladrillo de arcilla en la provincia del Santa” (2002), donde buscaron verificar la selección y explotación adecuada de la materia prima para la fabricación de los ladrillos de arcilla en la provincia del Santa, concluyendo que se ha comprobado que no existe estudio correspondiente al uso de la materia prima en la fabricación de ladrillos de arcilla; los artesanos explotan y utilizan la arcilla sin tener en cuenta sus propiedades físicas y químicas.

Para la investigación realizada se ha tenido en cuenta revisar información sobre las variables, empezando por la primera variable que es la influencia del aserrín:

“El serrín o aserrín es el desperdicio del proceso de serrado de la madera, como el que se produce en un aserradero. Los residuos forestales, sobre todo el aserrín, son altamente contaminantes para el Medio ambiente. No son pocos los expertos y las instituciones a nivel global y local, incluida la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación que, de un tiempo a la fecha, advierten sobre el impacto del aserrín como agente contaminante del suelo y del agua” (ECURED, 2016, p. 1).

Ecured, expresa lo siguiente:

A este material, que en principio es un residuo o desecho de las labores de corte de la madera, se le han buscado destinos diferentes con el paso del tiempo. Dentro del campo de la carpintería se usa para fabricar tableros de madera aglomerada y de tablero de fibra de densidad media (DM). Ya

fuera del campo de la carpintería ha sido usado durante mucho tiempo en el campo de la higiene para ser extendido en el suelo y mejorar la adherencia de este y facilitar su limpieza por ejemplo en negocios donde pueda ser habitual el derrame de líquidos en el suelo. Se ha usado también como cama o lecho para animales, bien en bruto o bien tras procesado, siendo aglutinado y pelletizado. En los últimos años ha aumentado su uso para la fabricación de Briquetas destinados a la alimentación de estufas, y de pellets destinados a la alimentación de calderas de biomasa. (1, p.1).

Ecured (2016, p. 1)

“La prueba de compresión simple se utiliza para medir la fuerza compresiva de un suelo cohesivo. Esta prueba de compresión es aplicable solamente a los materiales coherentes por ejemplo arcillas saturadas o suelos cementados que conservan fuerza intrínseca después del retiro de la presión de confinamiento. Los suelos secos o los suelos desmenuzables, agrietados, los légamos, y las arenas no pueden ser probados significativamente en compresión simple. En esta prueba, el espécimen cilíndrico sin apoyo está sujeto a un gradual aumento de la carga de compresión axial hasta que la falla ocurre” (Juárez, 2005, p. 49).

“El propósito primario de esta prueba es determinar la resistencia a la compresión libre, que entonces se utiliza para calcular la resistencia al corte de muestra empapadas; la fuerza de la arcilla bajo estas condiciones. Según el estándar de ASTM, la resistencia a la compresión (f'_c) se define como esfuerzo en el cuál el espécimen cilíndrico del suelo fallará en una compresión simple” (Juárez, 2005, p. 51).

“ [...] En este método, la fuerza compresiva se toma como la carga máxima lograda por unidad de área, o la carga por unidad de área en el 15% de la tensión axial, cualquiera que ocurra primero durante el funcionamiento de la

prueba” (Juárez, 2005, p. 52).

“La norma NTP 331.018 indica que el procedimiento para realizar el ensayo en el cual se utilizará una regla graduada al milímetro, de preferencia de acero inoxidable, de 300 mm de longitud o un calibrador de mordazas paralelas provistas de una escala graduada entre 10 mm y 300 mm y con divisiones correspondientes a 1 mm” (NTP 331.018, 1978, p. 1).

[...] Se mide en cada espécimen el largo, ancho y alto, con la precisión de 1 mm. Cada medida se obtiene como promedio de las cuatro medidas entre los puntos medios de los bordes terminales de cada cara” (NTP 331.018, 1978, p. 1).

[...] Se calcula la variación en porcentaje de cada dimensión restante de cada dimensión especificada en valor obtenido de promediar la dimensión de todas las muestras, dividiendo este valor por la dimensión especificada y multiplicando por 100” (NTP 331.018, 1978, p. 1).

“Los ladrillos son piezas paralelepípedicas, que se obtienen por moldeo, secado y cocción a temperatura elevada de una pasta de arcilla, a veces con adición de otras materias. Su dimensión máxima es de 29 cm, condicionada a su manejo con una sola mano. Los ladrillos se clasifican en tres tipos principales: macizo, perforados y huecos. Dentro de estos tipos mayores, existen diseños muy variados dependiendo, por ejemplo en los ladrillos huecos de si son dobles o sencillos, de su medida, etc” (Bustillo, 2005, p. 62).

[...] La norma técnica E-70 habla sobre la Unidad de Albañilería, donde se encuentran los ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular” (Reglamento nacional de edificaciones, 2014, p. 520).

La mencionada norma define al ladrillo como aquella “unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Como se mencionó con anterioridad puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular y podrán ser

fabricadas de manera artesanal o industrial” (Reglamento nacional de edificaciones, 2014, p. 520).

Los ladrillos artesanales según la NTP 331.017 lo definen como “el ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales. El amasado o moldeado es hecho a mano o con maquinaria elemental que en ciertos casos extruye, a baja presión, la pasta de arcilla. El procedimiento de moldaje exige que se use arena o agua para evitar que la arcilla se adhiera a los moldes dando un acabado característico al ladrillo. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de unidad a unidad” (NTP 331.017, 1978, p.1).

Según Mamlouk (2009), define a “la arcilla como un suelo o roca sedimentaria constituido por agregados de silicatos de aluminio hidratados, procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato, como el granito. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el rojo anaranjado hasta el blanco cuando es pura” (p. 326).

Las arcillas tienen diferentes propiedades, dentro de las cuales podemos mencionar:

“La capacidad de absorción, la cual está directamente relacionada con las características texturales (superficie específica y porosidad) y se puede hablar de dos tipos de procesos que difícilmente se dan de forma aislada: absorción (cuando se trata fundamentalmente de procesos físicos como la retención por capilaridad) y adsorción (cuando existe una interacción de tipo químico entre el adsorbente, en este caso la arcilla, y el líquido o gas adsorbido, denominado adsorbato)” (UNIOVI, 2014, p. 2).

“Las arcillas son eminentemente plásticas. Esta propiedad se debe a que el agua forma una envuelta sobre las partículas laminares produciendo un efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras cuando se ejerce un esfuerzo sobre ellas. Generalmente, esta plasticidad puede ser cuantificada mediante la determinación de los índices de Atterber. Estos límites marcan una separación arbitraria entre los cuatro estados o

modos de comportamiento de un suelo sólido, semisólido, plástico y semilíquido o viscoso” (UNIOVI, 2014, p. 3).

[...] La arena es un agregado fino de uso extendido y frecuente en la construcción. La Arena, en virtud de su composición, tendrá diferentes características: cuando la Arena está constituida por partículas pequeñas de rocas trituradas, en especial cuando se trata de rocas silíceas, su uso frecuente será para la elaboración de mortero y concreto. Cuando la Arena es gruesa se utiliza con gravilla para la fabricación del concreto para pisos. Si la Arena es fina, el uso más común es para los trabajos generales de construcción o albañilería, y trabajos de mampostería. El principal componente de la arena es la sílice o dióxido de silicio (SiO_2), y su origen es muy variado; puede extraerse de los ríos o lagos, en algunas ocasiones se encuentra en los depósitos volcánicos, o puede provenir a partir de roca triturada por medios mecánicos, cuando el hombre simula las fuerzas que provocan la desintegración química y mecánica de las rocas bajo meteorización y abrasión. En general, la propiedad fundamental de la arena proviene de su capacidad para reducir las fisuras que aparecen en la mezcla al endurecerse. Las partículas de Arena normalmente están formadas por partículas entre los 4.75 y 0.075 mm. El costo de la arena lo determinan muchos factores, el precio de extracción y la ubicación de la mina son algunos de ellos. (1, p. 1).

Tomado del portal materiales de la construcción FERREX (2014, p. 1)

En el caso de los ladrillos la arena se usa como estabilizante mecánico, es decir para conseguir un suelo que se pueda trabajar pero a la vez que tenga las propiedades mecánicas idóneas para un ladrillo, le brinda resistencia mecánica.

Morales expresa lo siguiente:

Prueba granulométrica: sirve para determinar la proporción de los componentes principales en un suelo, para eso se debe agregar agua a una botella y luego de esto verter el suelo a analizar, agitar bien y dejar reposar 24 horas, las partículas sedimentarán de acuerdo a sus tamaños, quedando lo más grande y/o pesado en la parte inferior y lo más fino en la parte superior, luego de esto se procede a medir las alturas, según el Ing. Roberto Morales indica que la cantidad de arena debe fluctuar entre 1.5 a 3 veces la cantidad de limos y arcillas para que sea un suelo adecuado. (60, p.42).

Prueba de plasticidad: consiste en formar con suelo humedecido un rollo de aprox. 1.5 cm de diámetro, suspenderlo en el aire y medir la longitud del extremo que se rompe, en el caso de romper antes de alcanzar los 5 cm es un suelo arenoso, si rompe entre 5 y 15 cm es un suelo arcillo arenoso (adecuado) y si el rollo alcanza una longitud mayor a 15 cm es un suelo arcilloso. (60, p.43).

Prueba de resistencia: consiste en elaborar un disco o una bolita de unos 3 cm de diámetro con el suelo humedecido, dejarlos secar 48 horas y luego tratar de romperlos presionándolos con los dedos, cuando el disco se aplasta fácilmente posee baja resistencia, cuando el disco se aplasta con dificultad o rompe con un sonido seco posee alta resistencia y es un suelo adecuado. (60, p.44).

Tomado del manual para la construcción de viviendas de adobe (2000, p. 44).

Se planteó el siguiente problema **¿Cuál es la influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente?**

Justificando la investigación en el gran índice de crecimiento poblacional en la ciudad de Chimbote y en todo el Perú. Las ciudades crecen pero lamentablemente los sueldos no, por estas razones la población recurre a la necesidad de vivir en zonas precarias (asentamientos humanos) con casas construidas con materiales de baja calidad, los cuales al momento de un desastre natural (temblor, terremoto, incendio, etc.) no responden como se espera, por esta razón es imprescindible el uso de materiales de calidad óptima pero a la vez que sean baratos ya que las personas que viven en estas zonas poseen bajo poder adquisitivo y por eso optan por materiales que estén al alcance de su bolsillo sin importarles la baja calidad de estos.

Tiene una connotación social y económica debido a que se busca elaborar un material económico y con propiedades mejoradas, lo cual favorecerá a personas con bajo poder adquisitivo, podrán elaborar sus viviendas con materiales de buena calidad, lo cual les dará mayor confort y en el caso de un incendio o desastre natural evitará las pérdidas en exceso tanto de vidas como pérdidas materiales.

Tiene una connotación Ambiental debido a que busca reutilizar un material en este caso el aserrín que como nos dice las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación es un agente contaminante para el agua y el suelo, en este caso se utilizará el aserrín que es un desperdicio en las madereras como un agregado gracias a esto disminuirá el impacto Ambiental negativo que este ocasiona en el distrito de Moche.

Se planteó la hipótesis de que la adición de aserrín a los ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente aumentará la resistencia a la compresión de estos, sin variar sus dimensiones finales.

Teniendo como objetivo general el determinar la influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de los ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente y como objetivos específicos el caracterizar empíricamente el suelo mediante ensayos en campo a ser usado en la elaboración de ladrillos, determinar el porcentaje de aserrín idóneo a adicionar a los ladrillos artesanales para aumentar la resistencia a la compresión de estos, determinar el porcentaje de aserrín que no afecte las dimensiones finales de los ladrillos y por último elaborar ladrillos artesanales con elevada resistencia mecánica.

II. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Diseño de investigación

Hernández (2007, pag. 63) dice que la investigación de tipo no experimental – correlacional, es la que su propósito principal es evaluar la relación que existe entre dos o más variables, es decir cómo influye una variable sobre otra u otras como es el caso de esta investigación, donde se trata de probar la influencia de la variable independiente (influencia del aserrín) sobre las dos variables dependientes (resistencia a la compresión y variación dimensional).

2.2. Variables, operacionalización

Para elaborar la presente investigación se utilizaron tres variables:

V1: influencia del aserrín (independiente)

V2: resistencia a la compresión (dependiente)

V3: variación dimensional (dependiente)

La operacionalización se realizó de la siguiente manera:

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición
Influencia del aserrín	Cantidad de aserrín que se adicionará como material particulado al ladrillo de arcilla antes de cocerse para posteriormente evaluar su incidencia en las propiedades del ladrillo cocido. (Autor, 2016)	El aserrín se usó como material particulado fino en la mezcla de arcilla y arena en los siguientes. Al ser ladrillos artesanales, la proporción de mezcla se realizó de manera empírica con ayuda de los trabajadores de la Ladrillera Sánchez, donde se agregó un porcentaje de arena para realizar una estabilización mecánica, luego de esto se agregó los siguientes porcentajes en peso de aserrín, esto es del total de la mezcla: 0, 3, 5 y 7%, luego de esto se conformaron los ladrillos, se tomaron las medidas iniciales, se dejaron secar por un promedio de 7 días y luego se llevó a cocción en los hornos artesanales (aprox. 8 días) para su posterior toma de medidas finales y ensayo de compresión.	Cantidad	Porcentaje en peso adicionado	De razón
Resistencia a la compresión	“Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento” (instron, 2016, p. 1).	Luego de la cocción de los ladrillos se les sometió a un ensayo de compresión.	Propiedades mecánicas	Valor de la resistencia a la compresión expresado en Pa y psi	De intervalo
Variación dimensional	“Diferencia de largo, ancho y altura existentes entre los ladrillos. Ningún ladrillo conforma perfectamente con sus dimensiones especificadas” (NTP 331.017, 1978, p.5)	Antes del ensayo de compresión se tomaron las medidas de los ladrillos, para hacer más exacta la medición se utilizará un flexómetro (wincha) y estas medidas se compararán con las medidas iniciales, de esta manera se evaluará la contracción volumétrica de los ladrillos.	Propiedades físicas	Dimensiones de los ladrillos en mm y en porcentaje	De intervalo

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población fue de tipo finita ya que reúne a los individuos, objetos, etc., que pertenecen a una misma clase por poseer características similares, pero con la diferencia que se refiere a un conjunto limitado por el ámbito del estudio a realizar (Ramírez, 1999, p.35).

La población estuvo conformada por el total de los ladrillos cocidos, con o sin porcentaje de aserrín adicionado siendo un total de 20 ladrillos.

2.3.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por el número de ladrillos a los que se adiciono el aserrín, siendo este número el mismo que el de la población y se realizó de la siguiente forma:

- 0% - 5 ladrillos
- 3% - 5 ladrillos
- 5% - 5 ladrillos
- 7% - 5 ladrillos

La unidad de análisis fueron ladrillos macizos de arcilla cocida elaborados artesanalmente, los cuales contaron con las siguientes dimensiones iniciales: 21 x 9.5 x 14 cm.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas

En la investigación se utilizó la recolección de datos mediante la técnica de la observación, ya que mediante la observación directa el investigador recogerá los datos provenientes de los diversos ensayos realizados para su posterior procesamiento y emisión de resultados.

2.4.2. Instrumentos

Los instrumentos para recolección de datos fueron formatos basados en las Normas Técnica Peruana, los cuales nos permitieron recolectar toda la información necesaria para la presentación de los resultados de la investigación.

2.4.3. Validez y confiabilidad

Los instrumentos utilizados fueron validados por los profesionales expertos del laboratorio donde se realizaron los ensayos.

2.5. Métodos de análisis de datos

Se elaboraron ladrillos artesanales en la Ladrillera Sánchez, ubicada en el distrito de Moche, Trujillo, para esto se siguió el procedimiento normalmente usado en la ladrillera, es decir de manera empírica, lo único que cambió fue la adición de un porcentaje en peso de aserrín buscando mejorar su resistencia mecánica sin variar en demasía sus dimensiones originales, todo este proceso se realizó basándonos en la experiencia de los colaboradores de la ladrillera.

Se tomaron las medidas de los ladrillos antes (tamaño interno del molde) y luego de ser cocidos, esto nos servirá para determinar su variación dimensional, luego de esto los ladrillos fueron sometidos a un ensayo de compresión en una prensa, para los resultados nos apoyamos del promedio, este método estadístico nos sirvió para obtener los valores promedio de la resistencia a la compresión de cada porcentaje de aserrín agregado y las variaciones dimensionales que experimentarán los ladrillos.

2.6. Aspectos éticos

El investigador está comprometido que está bajo su responsabilidad la veracidad de los resultados que se obtuvieron en la investigación confiándose del procesamiento de datos en el software Excel 2013 y el AutoCAD 2015.

III. RESULTADOS

De la recolección de datos se presentan los resultados mediante la aplicación de los diversos ensayos, cabe resaltar que la caracterización del tipo de suelo a usar y el proceso de conformado y cocción de los ladrillos, estos se hicieron de manera empírica en la Ladrillera Sánchez, propiedad del Sr. Manuel Sánchez, en el distrito de Moche, Trujillo. Se realizaron de manera empírica debido a que el título de la tesis habla de LADRILLOS ARTESANALES y esta es la razón por la que se usaron los procedimientos que normalmente se hacen en una ladrillera artesanal.

3.1. Influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de los ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente

Para poder evaluar la influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de los ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente, se tuvo que realizar diversos procesos y ensayo, empezando por la caracterización del tipo de suelo, luego se hicieron los ladrillos adicionándoseles porcentajes de aserrín, para lo cual se tomó el peso promedio de los ladrillos sin aserrín y a este peso se le sacó los porcentajes a adicionar de la siguiente manera:

Peso promedio de ladrillo artesanal: 5560.8 g.

- 0% de aserrín = 0 g
- 3% de aserrín = 166.82 g
- 5% de aserrín = 278.04 g
- 7% de aserrín = 389.26 g

Luego de conformados los ladrillos se procedió a su secado por 7 días y luego cocción en horno artesanal por 8 días.

Al finalizar el proceso para la obtención de los ladrillos se tomaron las medidas finales y con una fórmula se compararon con las medidas iniciales del molde, con esto se obtuvo la variación dimensional

Como paso final los ladrillos fueron sometidos a resistencia a la compresión en una prensa.

Tabla N°01: Influencia del aserrín sobre la resistencia a la compresión y variación dimensional de los ladrillos artesanales.

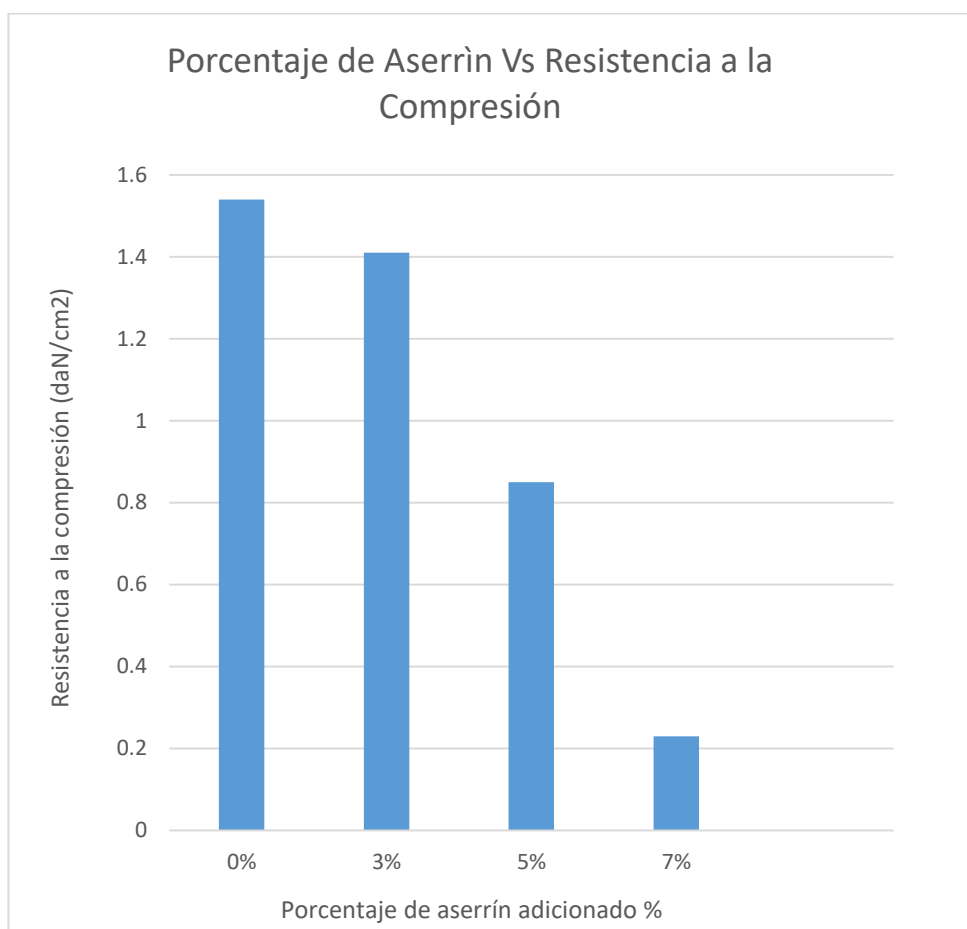
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y VARIACIÓN DIMENSIONAL			
PESO PROMEDIO INICIAL (g): 5560.8			
Largo: 21 cm	Ancho: 14 cm	Altura (cm): 9.5	
PORCENTAJE DE ASERRÍN	PESO DE ASERRÍN (g) : 0		
0%	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
	daN/cm²	Mpa	Kgf/cm²
	61.54	6.15	62.77
	VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		
	LARGO	ANCHO	ALTURA
	1.5	1.6	1.9
PORCENTAJE DE ASERRÍN:	PESO DE ASERRÍN (g) : 166.82		
3%	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
	daN/cm²	Mpa	Kgf/cm²
	61.41	6.14	62.54
	VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		
	LARGO	ANCHO	ALTURA
	1.9	2.1	2.1
PORCENTAJE DE ASERRÍN	PESO DE ASERRÍN (g) : 278.04		
5%	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
	daN/cm²	Mpa	Kgf/cm²
	60.85	6.09	62.07
	VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		
	LARGO	ANCHO	ALTURA
	2.0	2.9	2.3
PORCENTAJE DE ASERRÍN	PESO DE ASERRÍN (g) : 389.26		
7%	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
	daN/cm²	Mpa	Kgf/cm²
	60.23	6.02	61.43
	VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		
	LARGO	ANCHO	ALTURA
	2.4	3.6	3.2

En la tabla N° 01 se puede verificar los promedios tanto de resistencia a la compresión como de la variación dimensional de los ladrillos para cada porcentaje de 0%, 3%, 5% y 7% de aserrín adicionado.

Después de utilizar el promedio se pudo verificar que para los porcentaje de 0 % se obtuvo 61.54 daN/cm² de resistencia a la compresión y 1.5 de Largo, 1.6 de Ancho y 1.9 Altura de variación dimensional; 3% se obtuvo 61.41 daN/cm² de resistencia a la compresión y 1.9 de Largo, 2.1 de Ancho y 2.1 Altura de variación dimensional; 5% se obtuvo 60.85 daN/cm² de resistencia a la compresión y 2.0 de Largo, 2.9 de Ancho y 2.3 Altura de variación dimensional; 7% se obtuvo 60.23 daN/cm² de resistencia a la compresión y 2.4 de Largo, 3.6 de Ancho y 3.2 Altura de variación dimensional.

Se puede observar que todos cumplen con las exigencias mínimas planteadas en la Norma Técnica Peruana 331.017, tal como se observa en las gráficas N° 01 y N° 02, y a su vez que la adición del aserrín influencia de manera negativa sobre la resistencia a la compresión y variación dimensional de los ladrillos, debido a que al aumentar el porcentaje de aserrín adicionado, disminuye la resistencia a la compresión y aumenta la variación dimensional, si bien no afecta los requisitos planteados en la normativa, si es que se aumenta más el porcentaje de aserrín es posible que no llegue a cumplir con los valores mínimos planteados bajo norma.

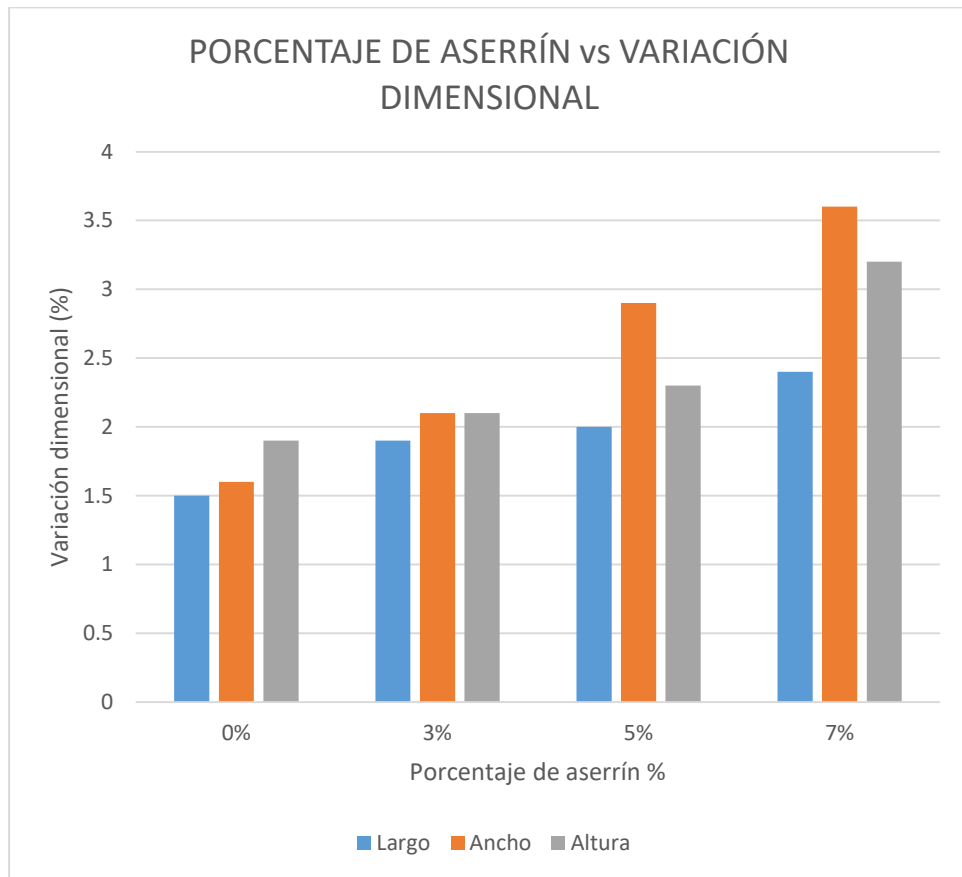
Gráfica N° 01: Porcentaje de aserrín vs Resistencia a la compresión



Fuente: elaboración propia

En la gráfica N° 01 con respecto a la Norma Técnica Peruana 331.017 que nos dice que el ladrillo de tipo I la resistencia a la compresión mínima debe ser de 60.00 daN/cm² desde hay partimos, se puede verificar que al 0% de aserrín adicionado se obtuvo un incremento de la resistencia a la compresión en 1.54 daN/cm², 3% de aserrín adicionado se obtuvo un incremento de la resistencia a la compresión en 1.41 daN/cm², 5% de aserrín adicionado se obtuvo un incremento de la resistencia a la compresión en 0.85 daN/cm², 7% de aserrín adicionado se obtuvo un incremento de la resistencia a la compresión en 0.23 daN/cm².

Gráfica N° 02: Porcentaje de aserrín vs Variación dimensional



Fuente: elaboración propia

En la gráfica N° 02 con respecto a la Norma Técnica Peruana 331.017 que nos dice los requisitos de las dimensiones para los ladrillos de Tipo I, Variación de la dimensión máxima en % Largo ± 4 Más de 15cm, Ancho ± 6 hasta 15cm, Altura ± 8 hasta 10cm; Se puede verificar que para 0% se obtuvo un incremento de la variación dimensional de Largo 1.5 %, Ancho 1.6 % y Altura 1.9 %; 3% se obtuvo un incremento de la variación dimensional de Largo 1.9 %, Ancho 2.1 % y Altura 2.1 %; 5% se obtuvo un incremento de la variación dimensional de Largo 2.0 %, Ancho 2.9 % y Altura 2.3 %; 7% se obtuvo un incremento de la variación dimensional de Largo 2.4 %, Ancho 3.6 % y Altura 3.2 %.

3.2. Caracterizar empíricamente el suelo a ser usado para la elaboración de ladrillos

Al ser ladrillos artesanales, se siguieron procedimientos empíricos para caracterización y selección de suelos, según el Ing. Roberto Morales, menciona que “[...] existen tres métodos para la selección de suelos, los cuales son Prueba granulométrica (prueba de la botella), Prueba de plasticidad (prueba del rollo) y Prueba de resistencia (prueba del disco o la bolita)” (2000, p.6.).

Estos ensayos sirven para poder determinar si el suelo es adecuado o no para la elaboración de bloques de construcción (sean adobes o ladrillos) cuando no se cuenta con un laboratorio especializado cerca (en campo) y a la vez son aplicados por los pobladores de zonas alejadas que elaboran sus propios ladrillos por el simple conocimiento pasado de generación en generación.

Tabla N° 02: Ensayo de Granulometría (Prueba de la botella) de Roberto Morales manual para la construcción de viviendas de adobe

Muestra	Granulometría		
	Arena cm	Arcilla y Limo cm	Agua litros
600 gramos	9 cm	3 cm	½ L

Fuente: Roberto Morales manual para la construcción de viviendas de adobe.

En la Tabla N° 02 Morales nos dice que para el ensayo Granulométrico (prueba de botella), se tiene que cumplir parámetros, la medida de arena debe ser 3 veces más que la medida de arcilla y limos, el agua aproximada a adicionar será de ½ Litro y la muestra de tierra aproximada a adicionar será de 600 gramos.

Tabla N° 03: Ensayo de Granulometría (Prueba de la botella)

Muestra	Granulometría	
	Arena cm	Arcilla y Limo cm
M1	6 cm	3 cm
M2	5 cm	3.2 cm
M3	5 cm	2.6 cm

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 03 se puede Verificar, en la muestra 1 se obtuvo 6cm de arena y 3cm de arcilla y limo, en la muestra 2 se obtuvo 5cm de Arena y 3.2 cm de arcilla y limo y en la muestra 3 se obtuvo 5cm de Arena y 2.6 de arcilla y limo.

Tabla N° 04: Ensayo de Plasticidad (Prueba del rollo) de Roberto Morales manual para la construcción de viviendas de adobe

Muestra	Plasticidad	
	Tamaño de rollo 1.5 Ø	
0 cm - 5 cm	Tierra Arenosa	Inadecuada
5 cm - 15 cm	Tierra Arcillo Arenosa	Adecuada
15 cm a mas	Tierra Arcillosa	Inadecuada

Fuente: Roberto Morales manual para la construcción de viviendas de adobe.

En la Tabla N° 04 Morales nos dice que para el ensayo de Plasticidad (prueba de rollo), se tiene que cumplir parámetros, cuando el rollo se rompe antes de alcanzar los 5 cm de longitud es tierra arenosa (inadecuada), cuando el rollo se rompe al alcanzar una longitud entre 5 cm y 15 cm es tierra arcillo – arenosa (adecuada), cuando el rollo alcanza una longitud mayor de 15 cm es tierra arcillosa (inadecuada).

Tabla N° 05: Ensayo de Plasticidad (Prueba del rollo)

Muestra	Plasticidad
	Tamaño del rollo 1.5 Ø
M1	10 cm
M2	9.5 cm
M3	11 cm

Fuente: elaboración propia

En la Tabla N° 05 se puede verificar, muestra 1 la longitud del tamaño del rollo es de 10 cm, muestra 2 la longitud del tamaño del rollo es de 9.5 cm, muestra 3 la longitud del tamaño del rollo es de 11 cm.

Tabla N° 06: Ensayo de Resistencia (Prueba del Disco) de Roberto Morales manual para la construcción de viviendas de adobe

Muestra	Resistencia		
	Discos 3 cm Ø * 1.5 espesor		
M	Cuando el disco se aplasta fácilmente	Baja Resistencia	Inadecuada
M	Cuando el disco se aplasta con dificultad o se rompe con un sonido seco	Media o Alta Resistencia	Adecuada

Fuente: Roberto Morales manual para la construcción de viviendas de adobe.

En la Tabla N° 06 Morales nos dice que para el ensayo de Resistencia (prueba de disco), se tiene que cumplir parámetros, cuando el disco se aplasta fácilmente es porque tiene baja resistencia (inadecuada) y cuando el disco se aplasta con dificultad o se rompe con un sonido seco tiene media o alta resistencia (adecuada).

Tabla N° 07: Ensayo de Resistencia (Prueba del Disco)

Muestra	Resultados	Resistencia	
M1	Se aplasto con Dificultad	Media	Adecuada
M2	Se aplasto con Dificultad	Media	Adecuada
M3	Se aplasto con un sonido Seco	Alta	Adecuada
M4	Se aplasto con Dificultad	Media	Adecuada
M5	Se aplasto con un sonido Seco	Alta	Adecuada

Fuente: elaboración propia

En la Tabla N° 07 se puede verificar, muestra 1 se aplasto con dificultad nos dio resistencia media (adecuada), muestra 2 se aplasto con dificultad nos dio resistencia media (adecuada) muestra 3 se aplasto con un sonido seco nos dio resistencia alta (adecuada) muestra 4 se aplasto con dificultad nos dio resistencia media (adecuada) muestra 5 se aplasto con un sonido seco nos dio resistencia alta (adecuada).

Como se observa en la tabla N° 03, N° 05 y N° 07, se realizaron los ensayos para caracterización de suelo dando como resultado que es un suelo óptimo para la elaboración de ladrillos, posee un contenido de arena

y arcilla adecuado, plasticidad buena (suelo arcillo-arenoso) y una buena resistencia al endurecerse.

3.3. Determinar el porcentaje de aserrín idóneo para aumentar la resistencia a la compresión de los ladrillos

La resistencia a la compresión de los ladrillos se obtuvo luego de que estos hayan sido cocidos y se hayan tomado sus medidas para obtener la variación dimensional.

Se llevaron los ladrillos a una prensa para compresión, y ahí se someterá ladrillo por ladrillo al ensayo de compresión.

La Norma Técnica Peruana 331.017 nos indica que la resistencia a la compresión mínima de un ladrillo tipo I que es 60 daN/cm² (6 MPa ó 61.2 Kgf/cm²)

Tabla N° 8: Resistencia a la compresión de ladrillos con aserrín adicionado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
PESO PROMEDIO INICIAL (g): 5560.8			
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 0%		PESO DE ASERRÍN (g) : 0	
MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
	daN/cm²	Mpa	Kgf/cm²
N° 01	61.60	6.16	62.83
N° 02	61.45	6.15	62.68
N° 03	61.52	6.15	62.75
N° 04	61.66	6.17	62.89
N° 05	61.48	6.15	62.71
PROMEDIO	61.54	6.15	62.77
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 3%		PESO DE ASERRÍN (g) : 166.82	
MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
	daN/cm²	Mpa	Kgf/cm²
N° 01	61.48	6.15	62.71
N° 02	61.40	6.14	62.63
N° 03	61.35	6.14	62.58
N° 04	61.41	6.14	62.64
N° 05	61.42	6.14	62.65
PROMEDIO	61.41	6.14	62.64
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 5%		PESO DE ASERRÍN (g) : 278.04	
MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
	daN/cm²	Mpa	Kgf/cm²

N° 01	61.10	6.11	62.32
N° 02	61.03	6.10	62.25
N° 03	61.08	6.11	62.30
N° 04	60.99	6.10	62.21
N° 05	60.05	6.01	61.25
PROMEDIO	60.85	6.09	62.07
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 7%		PESO DE ASERRÍN (g) : 389.26	
MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
	daN/cm²	Mpa	Kgf/cm²
N° 01	60.18	6.02	61.38
N° 02	60.15	6.02	61.35
N° 03	60.26	6.03	61.47
N° 04	60.35	6.04	61.56
N° 05	60.20	6.02	61.40
PROMEDIO	60.23	6.02	61.43

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 08 y en la gráfico 1 se puede observar que todos los ladrillos pasan el mínimo exigido por la Norma Técnica Peruana 331.017, es decir superan los 60 daN/cm².

A la vez se puede observar que conforme aumenta el porcentaje de aserrín adicionado de 0%, 3% 5% y 7%, la resistencia a la compresión disminuye, siendo el valor en el último porcentaje (7%) muy cercano al valor mínimo exigido, es decir que si aumentamos más el porcentaje de aserrín adicionado es posible que la resistencia a la compresión no supere las exigencias de la norma.

No existe un porcentaje de aserrín adicionado propuesto que aumente la resistencia a la compresión de los ladrillos artesanales, sin embargo se escogería el 3% de aserrín como el porcentaje óptimo ya que su resistencia a la compresión (61.41 daN/cm²) es la más cercana a la del grupo control (0% de aserrín, 61.54 daN/cm²).

3.4. Determinar el porcentaje de aserrín que no afecte las dimensiones finales de los ladrillos

Para el caso de la investigación se tomó como condiciones básicas de aceptación de los ladrillos las indicadas en la Norma Técnica Peruana 331.017, la cual en su capítulo 6 menciona los requisitos mínimos de bloques de arcilla cocida, en esta norma la variación dimensional máxima permitida, expresada en porcentaje para cada lado de un ladrillo tipo I es la siguiente:

Tabla N ° 09: Requisitos de dimensiones para ladrillos tipo I

Requisitos dimensionales para ladrillos tipo I			
Ladrillo	Variación de la dimensión (máx en %)		
Tipo I	Hasta 10 cm	Hasta 15 cm	Más de 15 cm
	± 8	± 6	± 4
Lado	Altura	Ancho	Largo

Fuente: Norma Técnica Peruana 331.017

En la tabla N° 09 con respecto a la Norma Técnica Peruana 331.017 que nos dice los requisitos de las dimensiones para los ladrillos de Tipo I, Variación de la dimensión máxima en % Largo ± 4 Más de 15cm, Ancho ± 6 hasta 15cm, Altura ± 8 hasta 10cm.

Tabla N° 10: Variación de dimensiones de los ladrillos

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LOS LADRILLOS CON DISTINTOS PORCENTAJES DE ASERRÍN				
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 0%				
Largo (cm):	21	Ancho (cm):	14	Altura (cm): 9.5
MUESTRA	Peso (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
N° 01	5560	20.7	13.8	9.3
N° 02	5545	20.6	13.9	9.4
N° 03	5555	20.5	13.7	9.4
N° 04	5540	20.8	13.7	9.3
N° 05	5604	20.8	13.8	9.2

PROMEDIO	5560.8	20.7	13.8	9.3
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		1.5	1.6	1.9
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 3%				
Largo (cm):	21	Ancho	14	Altura 9.5
MUESTRA	Peso	Largo	Ancho	Altura (cm)
N° 01	5522	20.6	13.6	9.3
N° 02	5545	20.5	13.7	9.4
N° 03	5508	20.7	13.6	9.3
N° 04	5601	20.7	13.6	9.3
N° 05	5590	20.4	13.7	9.2
PROMEDIO	5553.2	20.6	13.7	9.3
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		1.9	2.1	2.1
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 5%				
Largo (cm):	21	Ancho	14	Altura 9.5
MUESTRA	Peso	Largo	Ancho	Altura (cm)
N° 01	5499	20.5	13.6	9.2
N° 02	5514	20.6	13.5	9.3
N° 03	5520	20.5	13.6	9.3
N° 04	5508	20.6	13.7	9.3
N° 05	5524	20.7	13.6	9.3
PROMEDIO	5513	20.6	13.6	9.3
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		2.0	2.9	2.3
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 7%				
Largo (cm):	21	Ancho	14	Altura 9.5
MUESTRA	Peso	Largo	Ancho	Altura (cm)
N° 01	5512	20.4	13.5	9.2
N° 02	5513	20.5	13.4	9.1
N° 03	5511	20.5	13.5	9.3
N° 04	5511	20.6	13.6	9.2
N° 05	5512	20.5	13.5	9.2
PROMEDIO	5511.8	20.5	13.5	9.2
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		2.4	3.6	3.2

En la tabla N° 10, se observa en los resultados por cada porcentaje de aserrín adicionado de 0%, 3%, 5% y 7%, se cumple con lo exigido en la norma, es decir la variación dimensional tanto de largo, ancho y altura de los ladrillos por cada porcentaje de aserrín se encuentra

dentro del porcentaje máximo exigido en la Norma Técnica Peruana 331.017.

Por otro lado en la gráfica N° 02 se observa que conforme aumenta el porcentaje de aserrín, aumenta la variación dimensional sin llegar al máximo permitido en la norma.

El porcentaje de aserrín idóneo que no afecta las dimensiones de los ladrillos es el 3%, debido a que con este porcentaje de aserrín se observa una menor diferencia entre la variación dimensional de los ladrillos sin aserrín a los que tienen aserrín adicionado.

3.5. Elaborar ladrillos artesanales con elevada resistencia mecánica

Se elaboraron 20 ladrillos con los diferentes porcentajes de aserrín adicionados, todos realizados de manera empírica, es decir se realizó la prueba de selección de suelo, luego se preparó el molde poniéndole arena en las paredes, se mezcló el suelo con arena (esto con el fin de corregir si es que el suelo es muy arcilloso), luego se tiró de golpe el barro sobre el molde rellenando todos los espacios, se enrazó con ayuda de una regleta de madera y luego se vaciaron los moldes en un espacio del terreno (previamente se esparció arena sobre el suelo para evitar que los ladrillos recién conformados se peguen al suelo), se dejaron secar por un promedio de 7 días cambiándolos de lado para que sequen de manera pareja y luego de esto son llevados al horno, aquí serán cocidos por 8 días usando como combustible briquetas de carbón y carbón en trozos, se sella el horno con arcilla y luego de los 8 días se abre un pequeño espacio para que escape el calor, luego de esto se sacan los ladrillos ya cocidos.

Como resultado del conformado de estos ladrillos y con los ensayos posteriores se obtuvieron ladrillos con una resistencia similar a la de los ladrillos comunes, si bien no se logró elevar la resistencia a la compresión, tampoco disminuyó en grandes cantidades, esto debido a que los porcentajes de aserrín adicionados fueron bajos.

IV. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos se presenta la discusión de la información recolectada luego de la realización de los ensayos, para esto se ha tenido que comparar estos con los establecidos en la Norma Técnica Peruana 331.017 Y Norma Técnica Peruana 331.018, así como las normas del Reglamento nacional de edificaciones E70 (ALBAÑILERIA) y E80 (ADOBE) y el Manual para la construcción de viviendas de adobe de Roberto Morales.

De la tesis “resistencia mecánica de ladrillos preparados con mezcla de arcilla y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales”; donde los autores llegaron a la conclusión que el porcentaje más óptimo se encuentra entre el 5% y 10% de adición de arcilla; mientras tanto en la presente investigación se llegó a la conclusión que el 3% es el más óptimo adicionándole aserrín; ya que en los porcentajes entre el 5% y 7%, la resistencia a la compresión empieza a disminuir; ya que el ladrillo empieza a perder sus propiedades mecánicas. Sin embargo las tres adiciones cumplen con lo requerido por la norma.

Según la Tabla N° 01, donde se visualiza la influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de los ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente, la Norma Técnica Peruana 331.017 menciona que para ladrillos del tipo I la resistencia mínima aceptada es de 60 dN/cm^2 y las dimensiones para los ladrillos del Tipo I, la variación de la dimensión máxima es en porcentaje, Largo ± 4 Más de 15cm, Ancho ± 6 hasta 15cm, Altura ± 8 hasta 10cm, en el caso de la investigación, todos los ladrillos con los porcentajes de 0%, 3%,5% y 7% de aserrín adicionados cumplen con la mencionada norma, de igual manera con la variación dimensional experimentada por los ladrillos como se observa en las Gráficas N° 01 y N° 02 .

En el Manual de Roberto Morales se puede visualizar en la Tabla N° 02, se tiene que cumplir parámetros para el ensayo de granulometría, la medida de arena debe ser 3 veces más que la medida de arcilla y limos, el agua aproximada a adicionar será de ½ Litro y la muestra de tierra aproximada a adicionar será de 600 gramos; mientras tanto en la Tabla N° 03 se puede visualizar luego de realizar el ensayo granulométrico (prueba de botella) en campo se obtuvo los siguientes datos, muestra 1 se obtuvo 6cm de arena y 3 cm de arcilla y limo, muestra 2 se obtuvo 5cm de arena y 3.2 cm de arcilla y limo y en la muestra 3 se obtuvo 5cm de Arena y 2.6 de arcilla y limo; donde se puede decir que lo mencionado por el autor se cumple con los resultados obtenidos.

En el Manual de Roberto Morales se puede visualizar en la Tabla N° 04, se tiene que cumplir parámetros para el ensayo de plasticidad, cuando el rollo se rompe antes de alcanzar los 5 cm de longitud es tierra arenosa (inadecuada), cuando el rollo se rompe al alcanzar una longitud entre 5 cm y 15 cm es tierra arcillo – arenosa (adecuada), cuando el rollo alcanza una longitud mayor de 15 cm es tierra arcillosa (inadecuada), de los resultados obtenidos en la investigación en la Tabla N° 05 se puede visualizar luego de realizar el ensayo de plasticidad (prueba del rollo) en campo se obtuvo los siguientes datos, muestra 1 la longitud del tamaño del rollo es de 10 cm, muestra 2 la longitud del tamaño del rollo es de 9.5 cm, muestra 3 la longitud del tamaño del rollo es de 11 cm; la cual cumple con lo estipulado por el autor.

En el Manual de Roberto Morales se puede visualizar en la Tabla N° 06, se tiene que cumplir parámetros para el ensayo de resistencia, cuando el disco se aplasta fácilmente es porque tiene baja resistencia (inadecuada) y cuando el disco se aplasta con dificultad o se rompe con un sonido seco tiene media o alta resistencia (adecuada), de la investigación en la Tabla N° 07 se puede visualizar luego de realizar el ensayo de resistencia (prueba de disco) en campo se obtuvo los siguientes datos, muestra 1 se aplasto con dificultad nos dio resistencia media (adecuada), muestra 2 se

aplanto con dificultad nos dio resistencia media (adecuada) muestra 3 se aplanto con un sonido seco nos dio resistencia alta (adecuada) muestra 4 se aplanto con dificultad nos dio resistencia media (adecuada) muestra 5 se aplanto con un sonido seco nos dio resistencia alta (adecuada); cumple con lo expuesto por el autor.

En el caso de la caracterización empírica del suelo a ser usado para la elaboración de ladrillos, las pruebas se basaron en el libro Manual para la construcción de viviendas de adobe, del Ingeniero Roberto Morales, en las pruebas tanto granulométrica (Tabla N° 03), de plasticidad (Tabla N° 05) y de resistencia (Tabla N° 07) se obtuvieron resultados concordantes todos entre sí, los cuales direccionan a que se tiene un suelo del tipo areno arcilloso, siendo este tipo de suelos propicio para la elaboración de bloques de construcción, llámense adobes o ladrillos.

En la determinación del porcentaje de aserrín idóneo para aumentar la resistencia a la compresión de los ladrillos, ningún porcentaje es ideal, ya que si bien todos superaron el límite impuesto en la Norma Técnica Peruana 331.017, la resistencia fue disminuyendo conforme aumentaba el porcentaje de aserrín adicionado.

El porcentaje de aserrín que no afecte las dimensiones finales de los ladrillos, de igual manera que en la resistencia, se considera que todos los porcentajes cumplen con lo indicado en la Norma Técnica Peruana 331.017, de igual manera al aumentar el porcentaje de aserrín, aumento la variación dimensional, es por esta razón que se tomaría el valor de 3% de aserrín adicionado ya que es el que posee la menor diferencia entre la variación dimensional de los ladrillos sin aserrín y los ladrillos con aserrín adicionado.

V. CONCLUSIONES

- Se concluye que la adición de aserrín en los porcentajes de 3, 5 y 7% no afecta en demasía la resistencia a la compresión ni la variación dimensional de ladrillos artesanales de arcilla cocida, sin embargo no sería favorable aumentar estos porcentajes ya que no se cumpliría con lo estipulado en la norma ITINTEC 331.017.
- Se concluye que los ensayos empíricos (granulometría, plasticidad y resistencia) para caracterizar el tipo de suelo con el que se elaborarán ladrillos son viables y pueden ser usados para selección de suelos cuando no se tienen herramientas ni equipos a la mano.
- El porcentaje de aserrín idóneo para aumentar la resistencia a la compresión de los ladrillos es el 3% ya que es el que obtiene valores de resistencia a la compresión (61.41 daN/cm²) más cercana a la del grupo control (0% de aserrín, 61.54 daN/cm²).
- Se concluye que el porcentaje de aserrín idóneo que no afecta las dimensiones de los ladrillos es el 3%, debido a que con este porcentaje de aserrín se observa una menor diferencia entre la variación dimensional de los ladrillos sin aserrín a los que tienen aserrín adicionado.

VI. RECOMENDACIONES

- A los alumnos de la Universidad Cesar Vallejo, se les recomienda no aumentar el porcentaje de aserrín a adicionar ya que esto puede traer como consecuencia que los ladrillos obtenidos no cumplan con lo estipulado en la norma ITINTEC 331.017.
- Se recomienda a los alumnos de la Universidad Cesar Vallejo, Al observar que disminuye la resistencia a la compresión de los ladrillos conforme aumenta el porcentaje de aserrín adicionado, se recomienda realizar otras investigaciones donde se analicen otros usos o propiedades que se les pueda dar a estos ladrillos como por ejemplo ser usados como aislantes térmicos.
- Al Alcalde del Distrito de Moche, se recomienda investigar la elaboración de ladrillos artesanales adicionados con otros elementos que eleven su resistencia como puede ser la puzolana, que como nos dice Mella en su tesis “ Investigar los beneficios de la incorporación de la Puzolana a la masa cerámica del ladrillo “, se logró obtener mejor resistencia a la compresión, esto beneficiara a la población en dicha zona.
- Al Ministro del Ambiente, se les recomienda para trabajos futuros realizar charlas y programas de sensibilización a la población sobre cómo mitigar el impacto ambiental en el distrito de Moche, debido a que el aserrín es un agente contaminante en dicha zona.

VII. REFERENCIAS

AGUIRRE, Dionisia. Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín. (Tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Civil). Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2004.

ALVA, Mark y CHOY, Isabel. Fabricación y control de calidad según normas ITINTEC del ladrillo de arcilla en la provincia del Santa (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil) Chimbote. Universidad Nacional del Santa. 2002.

ÁLVAREZ, Sara. Optimización del proceso de mezcla de arcilla para producción de ladrillos en el sector artesanal (Tesis para optar el título de Ingeniero Químico) Cuenca. Universidad de Cuenca. 2014.

ARENA [en línea]. FERREX [Fecha de consulta: 10 de 04 de 2016].
Disponble en: <<http://www.materialesdeconstruccion.com.mx/materiales-arena.php>>

ARCILLA [En línea]. WIKIPEDIA. La enciclopedia libre [Fecha de consulta: 10 abril de 2016]. Disponible en:
<<https://es.wikipedia.org/wiki/Serr%C3%ADn>>

ASERRÍN [en línea]: EcuRed Conocimiento con todos y para todos [Fecha de consulta: 10 de 04 de 2016]. Disponible en:
<<http://www.ecured.cu/Aserr%C3%ADn>>

BARRANZUELA, Joyce. Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región Piura (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Piura. Universidad de Piura. 2014.

BUSTILLO, Manuel. *Materiales de Construcción*. Madrid: Fueyo ed., 2005.
450 p.
ISBN: 978-8492-312-887

Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. *Informe Mundial sobre Desastres 2010 - La tendencia de los desastres en las zonas urbanas*. Zurich. IFRC Org., 2010. 44 p
ISBN 978-92-9139-158-5

GARCÍA, César; GARCÍA, María y VACA, Martha. Resistencia mecánica de ladrillos preparados con mezclas de arcilla y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales. *Revista Tecnura*. (10) 38. 2013.

INSTITUTO Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Perú). Norma Técnica Peruana 331.017: Elementos de arcilla cocida, Ladrillos de arcilla usados en albañilería, requisitos. Lima, Perú: INDECOPI, 1978. 9pp.

INSTITUTO Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Perú). Norma Técnica Peruana 331.018: Elementos de arcilla cocida, Ladrillos de arcilla usados en albañilería, métodos de ensayo. Lima, Perú: INDECOPI, 1978. 10pp.

JUÁREZ BADILLO, Eulalio y RICO RODRÍGUEZ, Alfonso. *Mecánica de Suelos*. Tomo 1. 2da ed. México: Limusa 2005. 644 p.
ISBN: 968-18-0069-9

MAMLOUK, Michael y ZANIEWSKI, John. *Materiales para Ingeniería Civil*. 2da ed. Madrid : Pearson Educación S.A., 2009. 597 p.
ISBN: 978-84-8322-510-3

MELLA, Alejandro. Estudio, caracterización y evaluación de puzolanas locales en la masa cerámica del ladrillo (Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias de la Construcción) Concepción. Universidad del Bío-Bío. 2004

MORALES, Roberto. Manual para la construcción de viviendas de adobes [En línea]. Lima, Perú, 1993. [Fecha de consulta: 15 de abril 2016]. Disponible en: <es.slideshare.net/vicenticovicente18/casa-adobe?qid=7cca355a-d057-4832-b9a2-278f9c5e3982&v=&b=&from_search=1>

SALDARRIAGA, Dalia. Fabricación de ladrillos aislantes y revestimientos cerámicos con diatomitas de San Juan, Argentina (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas) Piura. Universidad de Piura. 2009

SERRÍN [En línea]. WIKIPEDIA. La enciclopedia libre [Fecha de consulta: 10 abril de 2016]. Disponible en: <<https://es.wikipedia.org/wiki/Serr%C3%ADn>>

RESISTENCIA a la compresión [En línea]. INSTRON [Fecha de consulta: 15 abril de 2016]. Disponible en: <<http://www.instron.com.ar/es-ar/our-company/library/glossary/c/compressive-strength>>

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSITENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO:

INFLUENCIA DEL ASERRÍN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y
VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLOS DE ARCILLA COCIDA
ELABORADOS ARTESANALMENTE

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Administración y seguridad en la construcción

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Actualmente existen innumerables materiales de construcción, a su vez estos presentan altos rangos de precios, siendo los más baratos los de menor calidad en sus propiedades. Al existir también personas con bajo poder adquisitivo tienden a comprar estos últimos materiales, los cuales al momento de presentarse un desastre natural o provocado, no cumplen con la performance deseada y hacen que existan pérdidas materiales y de vida. Es en este contexto que se plantea el elaborar materiales que si bien tengan un precio bajo, no pierdan sus propiedades y que al estar en obra respondan a las exigencias del medio.

VARIABLE	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	JUSTIFICACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
VD. INFLUENCIA DEL ASERRÍN	¿Cuál es la influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente?	General: Determinar la influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de los ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente.	La adición de aserrín a los ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente aumentará la resistencia a la compresión de estos, sin variar sus dimensiones finales.	La presente investigación se justifica busca elaborar materiales de bajo presupuesto y con buenas propiedades para ser usados en zonas donde habitan personas con bajo poder adquisitivo. Tiene una connotación social y económica debido a que se busca elaborar un material barato y con propiedades mejoradas, lo cual favorecerá a personas con bajo poder adquisitivo, podrán elaborar sus viviendas con materiales de buena calidad, lo cual les dará mayor confort y en el caso de un incendio o desastre natural evitará las pérdidas en exceso tanto de vidas como pérdidas materiales.	Propiedades mecánicas Propiedades físicas	Resistencia a la compresión Dimensiones de los ladrillos Variación dimensional
VI. RESITENCIA A LA COMPRESIÓN						
VI. VARIACIÓN DIMENSIONAL		Específicos: <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el porcentaje de aserrín idóneo a adicionar a los ladrillos artesanales para aumentar la resistencia a la compresión de estos. • Determinar el porcentaje de aserrín que no afecte las dimensiones finales de los ladrillos. • Elaborar ladrillos artesanales con elevada resistencia mecánica. 				

ANEXO 02: PROTOCOLOS DE ENSAYOS



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO "BENEDICTO XVI"

Laboratorio de Materiales y Operaciones

ENSAYO DE COMPRESIÓN

Proyecto: INFLUENCIA DEL ASERRÍN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLOS DE ARCILLA COCIDA ELABORADOS ARTESANALMENTE

Usuario: Olave Cortez, Juan Carlos

Norma: ITINTEC 331.018

PESO PROMEDIO INICIAL (g):	5560.8	ÁREA PROMEDIO (cm ²):	294
PORCENTAJE DE ASERRÍN	PRUEBA	FUERZA DE ROTURA (KN)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (daN/cm ²)
0%	1	181.10	61.60
	2	180.66	61.45
	3	180.87	61.52
	4	181.28	61.66
	5	180.75	61.48
3%	6	180.75	61.48
	7	180.52	61.40
	8	180.37	61.35
	9	180.55	61.41
	10	180.57	61.42
5%	11	179.63	61.10
	12	179.43	61.03
	13	179.58	61.08
	14	179.31	60.99
	15	176.55	60.05
7%	16	176.93	60.18
	17	176.84	60.15
	18	177.16	60.26
	19	177.43	60.35
	20	176.99	60.20

Luis Alberto Alva Reyes
ING. DE MATERIALES
REG. C.I.P. 115238

Jefe del Laboratorio de Materiales
y Operaciones



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO "BENEDICTO XVI"

Laboratorio de Materiales y Operaciones

MEDICIÓN DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL

Proyecto: INFLUENCIA DEL ASERRÍN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLOS DE ARCILLA COCIDA ELABORADOS ARTESANALMENTE

Usuario: Olave Cortez, Juan Carlos

Norma: ITINTEC 331.018

PORCENTAJE DE ASERRÍN: 0%				
Largo (cm):	21	Ancho (cm):	14	Altura (cm): 9.5
MUESTRA	Peso (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
1	5560	20.7	13.8	9.3
2	5545	20.6	13.9	9.4
3	5555	20.5	13.7	9.4
4	5540	20.8	13.7	9.3
5	5604	20.8	13.8	9.2
PROMEDIO	5560.8	20.7	13.8	9.3
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		1.5	1.6	1.9
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 3%				
Largo (cm):	21	Ancho (cm):	14	Altura (cm): 9.5
MUESTRA	Peso (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
6	5522	20.6	13.6	9.3
7	5545	20.5	13.7	9.4
8	5508	20.7	13.6	9.3
9	5601	20.7	13.6	9.3
10	5590	20.4	13.7	9.2
PROMEDIO	5553.2	20.6	13.7	9.3
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		1.9	2.1	2.1
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 5%				
Largo (cm):	21	Ancho (cm):	14	Altura (cm): 9.5
MUESTRA	Peso (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
11	5499	20.5	13.6	9.2
12	5514	20.6	13.5	9.3
13	5520	20.5	13.6	9.3
14	5508	20.6	13.7	9.3
15	5524	20.7	13.6	9.3
PROMEDIO	5513	20.6	13.6	9.3
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		2.0	2.9	2.3
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 7%				
Largo (cm):	21	Ancho (cm):	14	Altura (cm): 9.5
MUESTRA	Peso (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
16	5512	20.4	13.5	9.2
17	5513	20.5	13.4	9.1



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO "BENEDICTO XVI"

Laboratorio de Materiales y Operaciones

18	5511	20.5	13.5	9.3
19	5511	20.6	13.6	9.2
20	5512	20.5	13.5	9.2
PROMEDIO	5511.8	20.5	13.5	9.2
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		2.4	3.6	3.2

Luis Alberto Alva Reyes
ING. DE MATERIALES
REG. C.I.P. 115231

Jefe del Laboratorio de Materiales
y Operaciones

ELE

International Calibration Certificate

Production/Service Date: July 26, 2016

Each ELE brand Compression Tester is calibrated certified test equipment traceable to the National Institute of Standards and Technology.

Model # 36-0690/06 Serial # 160700118

Calibration Data			
Indicated Load (lbs)	Actual Load (lbs)	Millivolt Signal	% Error
0	0	62.2	N/A
2500	2510	144.9	0.4%
5000	5000	227.3	0.0%
10000	10010	393.4	0.1%
17500	17510	642.8	0.1%
25000	25020	893.0	0.1%
50000	50000	1723.6	0.0%
100000	100020	3397.5	0.0%
175000	175030	5896.5	0.0%
250000	250050	8400.8	0.0%

Test Equipment used:			
Serial #	Class A lbs	NIST Lab #	Cal Date
910606C	20,000.0 lbf	S.T.01/110508	4/12/2016



Calibration technician: *Boyd Jones*

**ANEXO N° 03: MATRIZ
PARA TOMA DE DATOS
BAJO LA NORMA
TÉCNICA PERUANA
331.017**

MATRIZ PARA TOMA DE DATOS BAJO NORMA NTP 331.017

PORCENTAJE DE ASERRIN:		ÁREA DE ENSAYO:									
		MUESTRA	Peso (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Variación largo (%)	Variación ancho (%)	Variación altura (%)	Carga (Kg)	Resistencia a la Compresión (Pa)
		N° 01									
		N° 02									
		N° 03									
		N° 04									
		N° 05									

**ANEXO 04: NORMA
TÉCNICA PERUANA
331.017**

NORMAS TÉCNICAS

ITINTEC 331.017

ORIGEN

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual
INDECOPI COMISION DE REGLAMENTOS TECNICOS Y COMERCIALES

NORMA TECNICA PERUANA

PERU NORMA TECNICA NACIONAL	ELEMENTOS DE ARCILLA COCIDA Ladrillos de Arcilla usados en Albañilería Requisitos	ITINTEC 331.017 Octubre, 1978.
--------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------

1. NORMAS A CONSULTAR

ITINTEC 331.018	Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo.
ITINTEC 331.019	Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Muestreo y recepción.
ITINTEC 821.003	Sistema Internacional de Unidades y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y algunas otras unidades.

2. OBJETO

2.1 La presente norma establece las definiciones, clasificación, condiciones generales y requisitos que debe cumplir el ladrillo de arcilla, usado en albañilería.

3. DEFINICIONES

3.1 Materia Prima

3.1.1 Arcilla.- Es el agregado mineral terroso o pétreo que contiene esencialmente silicatos de aluminio hidratados. La arcilla es plástica cuando está suficientemente pulverizada y saturada, es rígida cuando está seca y es vidriosa cuando se quema a temperatura del orden de 1 000 °C.

3.1.2 Esquisto arcilloso.- Es la arcilla estratificada en capas finas, sedimentadas y consolidadas, con un clivaje muy marcado paralelo a la estratificación.

3.1.3 Arcilla superficial.- Es la arcilla estratificada no consolidada que se presenta en la superficie.

3.2 Manufactura

3.2.1 Artesanal.- Es el ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales. El amasado o moldeado es hecho a mano o con maquinaria elemental que en ciertos casos extruye, a baja presión, la pasta de arcilla. El procedimiento de moldaje exige que se use arena o agua para evitar que la arcilla se adhiera a los moldes dando un acabado característico al ladrillo. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de unidad a unidad.

3.2.2 Industrial.- Es el ladrillo fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o extruye la pasta de arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad.

3.3 Designación

Es la manera elegida para denominar el ladrillo de acuerdo a sus características.

3.3.1 El ladrillo se designará por su tipo (ver 4.0), por su sección (macizo, perforado o tubular, ver 3.4) y por sus dimensiones (ver 3.5), largo (cm) x ancho (cm) y alto (cm).

Ejemplo.- Un ladrillo sin huecos que cumple con los requisitos para “Tipo III - macizo - 24 x 14 x 10”; y si se usa de canto “Tipo III - macizo - 24 x 10 x 14”.

3.4 Ladrillo

Es la unidad de albañilería fabricada de arcilla moldeada, extruida o prensada en forma de prisma rectangular y quemada o cocida en un horno.

3.4.1 Ladrillo macizo.- Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente al 75% o más de área bruta de la misma sección.

3.4.2 Ladrillo perforado.- Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente a menos de 75% del área bruta de la misma sección.

3.4.3 Ladrillo tubular.- Es el ladrillo con huecos paralelos a la superficie de asiento.

3.5 Dimensiones y áreas

3.5.1 Dimensiones especificadas.- Son las dimensiones a las cuales debe conformarse el ladrillo de acuerdo a su designación.

3.5.2 Dimensiones.- Dimensiones reales que tiene el ladrillo.

3.5.3 Largo.- Es la mayor dimensión de la superficie de asiento del ladrillo.

3.5.4 Ancho.- Es la menor dimensión de la superficie de asiento del ladrillo.

3.5.5 Alto.- Es la dimensión perpendicular a la superficie de asiento del ladrillo.

3.5.6 Area bruta.- Es el área total de la superficie de asiento, obtenida de multiplicar su largo por su ancho.

3.5.7 Area neta.- Es el área bruta menos el área de los vacíos.

4. CLASIFICACION

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

4.1 Tipo I.- Resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

4.2 Tipo II.- Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas.

4.3 Tipo III.- Resistencia y durabilidad media. Apto para construcciones de albañilería de uso general.

4.4 Tipo IV.- Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

4.5 Tipo V.- Resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

5. CONDICIONES GENERALES

El ladrillo Tipo III, Tipo IV, y Tipo V deberá satisfacer las siguientes condiciones generales. Para el ladrillo Tipo I y Tipo II estas condiciones se consideran como recomendaciones.

5.1 El ladrillo no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.

5.2 El ladrillo estará bien cocido, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeado con un martillo u objeto similar producirá un sonido metálico.

5.3 El ladrillo no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad y/o resistencia.

5.4 El ladrillo no tendrá excesiva porosidad, ni tendrá manchas o vetas blanquesinas de origen salitroso o de otro tipo.

6. REQUISITOS

6.1 Variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y densidad.- El ladrillo ensayado mediante los procedimientos descritos en la Norma ITINTEC 331.018 Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo, deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la Tabla 1.

TABLA 1.- REQUISITOS OBLIGATORIOS: Variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y densidad.

TIPO	VARIACION DE LA DIMENSION (1) (máx. en %)			ALABEO (2) (máx. en mm)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (mínima daN/cm ²)	DENSIDAD (mínimo en g/cm ³)
	NORMA TECNICA NACIONAL ITINTEC 331.018					
	Hasta 10 cm	Hasta 15 cm	Más de 15 cm			
I Alternativamente	± 8	± 6	± 4	10	Sin limite	1,50
					60	Sin limite
II Alternativamente	± 7	± 6	± 4	8	Sin limite	1,60
					70	1,55
III	± 5	± 4	± 3	6	95	1,60
IV	± 4	± 3	± 2	4	130	1,65
V	± 3	± 2	± 1	2	180	1,70

NOTA 1.- La variación de la dimensión se aplica para todas y cada una de las dimensiones del ladrillo y está referida a la dimensiones especificadas.

NOTA 2.- El alabeo se aplica para concavidad o convexidad.

6.2 Absorción y coeficiente de saturación.- El ladrillo ensayado mediante el procedimiento descrito en la Norma ITINTEC 331.018 Elementos de Arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo, deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la Tabla 2.

TABLA 2.- REQUISITOS COMPLEMENTARIOS: Absorción y coeficiente de saturación.

TIPO	ABSORCION (máx. en %)	COEFICIENTE DE SATURACION (máximo) (2)
I	Sin Límite	Sin Límite
II	Sin Límite	Sin Límite
III	25	0,90
IV	22	0,88
V	22	0,88

NOTA 1.- El ensayo de absorción máxima sólo es exigible cuando el ladrillo estará en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.

NOTA 2.- El ensayo de coeficiente de saturación sólo es exigible para condición de intemperismo severo.

6.3 Durabilidad.- La tabla 3 indica el tipo de ladrillo a emplearse según la condición de uso y la condición de intemperismo a que se encontrará sometida la construcción de albañilería.

TABLA 3.- Tipo de ladrillo en función de condiciones de uso e intemperismo.

CONDICION DE USO	CONDICION DE INTEMPERISMO		
	BAJO	MODERADO	SEVERO
Para superficies que no están en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.	Cualquier Tipo	Tipos II, III, IV y V.	Tipos IV y V.
Para superficies en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.	Tipos III, IV y V.	Tipos IV y V.	Ningún tipo.

NOTA 1.- La condición de intemperismo está asociada al índice de degradación. Este tiene un valor de 99 para las regiones de degradación baja, de 100 a 499 para las regiones de degradación moderada y de 500 o más para las regiones de degradación severa.

NOTA 2.- La definición de índice de degradación se incluye en el apéndice A.

ANTECEDENTES

* Proyecto de investigación 3120

“Investigación del ladrillo de arcilla fabricado en el Perú para la elaboración de la Norma Técnica Nacional”.

* Proyecto de Norma Técnica, resultado de la Investigación.

* Normas Extranjeras ASTM (EE UU), ISO (Internacional), NF (Francesa), INDITECNOR (Chilena), INEN (Ecuatoriana), IRAM (Argentina), ABNT (Brasilera), UNIT (Uruguay), ICONTEC (Colombiana), BSI (Inglesa), SABS (Sud Africana).

APENDICE "A"

PROPIEDADES DEL LADRILLO DE ARCILLA EN RELACION A SU UTILIZACION EN ALBAÑILERIA

Para la elaboración de la NORMA TECNICA NACIONAL PARA EL LADRILLO DE ARCILLA EN ALBAÑILERIA se ha tenido en cuenta, principalmente, aquellos requisitos del ladrillo que afectan el comportamiento, la calidad y las propiedades de las construcciones de albañilería. En este contexto es imprescindible tener en cuenta que si bien existe relación entre las propiedades del ladrillo y las de la albañilería, estas propiedades en ningún modo son idénticas, ya que se trata, en realidad, de dos materiales distintos.

Consecuentemente, se ha considerado necesario incluir en este Apéndice "A" una explicación sucinta acerca de la relación entre las propiedades de ambos materiales; en particular se analiza aquellas propiedades materia de la Norma, pero también se evalúan aquellas otras que, aunque no están normadas, pueden influir en la calidad de la albañilería y que por lo tanto, deberán formar parte de las especificaciones de construcción.

Los criterios que permitieron definir los requisitos y ensayos que debían incluirse en la norma y aquellos que podían quedar sólo como recomendación, se establecieron en base a los resultados de la investigación y ensayo de ladrillos típicos producidos en 31 ladrilleras representativas ubicadas en 14 departamentos del Perú.

Adicionalmente, se consideró necesario incluir en la norma sólo aquellas propiedades y ensayos, cuya medición es compatible con los recursos técnicos o facilidades de laboratorio con que se cuenta en las diferentes localidades del país. Esta decisión se refleja en los requisitos de clasificación para cada tipo.

A.1 GEOMETRIA: VARIACION DE DIMENSIONES O ALABEO.

En términos generales ningún ladrillo conforma perfectamente con sus dimensiones especificadas. Existen diferencias de largo, de ancho y alto, así como deformaciones de la superficie asimilables a concavidades o convexidades. El efecto de estas imperfecciones geométricas en la construcción de albañilería se manifiesta en la necesidad de hacer juntas de mortero mayores que las convenientes. A mayores imperfecciones mayores espesores de juntas.

El mortero cumple en la albañilería dos funciones, la primera es separar los ladrillos de modo tal de absorber las irregularidades de estos y, la segunda, es pegar los ladrillos de modo tal que la albañilería no sea un conjunto de piezas sueltas, sino un todo. Para la albañilería de buena calidad se estima que un espesor de juntas de 10 mm a 12 mm es adecuado y suficiente. Cuando las imperfecciones del ladrillo exceden los valores indicados para el Tipo IV el espesor de la junta tiene que ser necesariamente mayor de 12 mm. Se considera que la resistencia de la albañilería disminuye aproximadamente en 15% por cada incremento de 3 mm el espesor de la junta de mortero.

En resumen, las imperfecciones geométricas del ladrillo inciden en la resistencia de la albañilería. A más y mayores imperfecciones menor resistencia de la albañilería.

Adicionalmente, resulta obvio que el aspecto de la albañilería se deteriora con imperfecciones crecientes en el ladrillo.

A.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION.

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

De todos los componentes anteriormente citados, los pertinentes a una norma de ladrillo son la resistencia a la compresión y la geometría del ladrillo. En el acápite 1 de este Apéndice "A" se ha explicado la influencia de la perfección geométrica del ladrillo, queda por precisar la relación de la resistencia a la compresión del ladrillo con la de la albañilería.

Se estima que la resistencia a la compresión de la albañilería, representada por la prueba a rotura de un prisma normalizado, es del 25% al 50% de la resistencia a la compresión del ladrillo. Los valores más bajos (25%) corresponden a condiciones de construcción y calidad de mortero bajas y los más altos (50%) representan el límite superior de la albañilería obtenible con un determinado ladrillo en condiciones óptimas. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que la forma de falla a compresión es diferente en la prueba del prisma de albañilería que en la prueba del ladrillo. En el primer caso la falla ocurre por una combinación de compresión axial y tracción lateral (causada por el escurrimiento del mortero de las juntas), mientras que en la prueba del ladrillo la falla ocurre por aplastamiento o corte.

Finalmente, para mantener la coherencia de la clasificación la Norma relaciona, para cada Tipo de ladrillo, la resistencia a la compresión con la perfección geométrica y con las otras propiedades exigibles. De este modo se asegura la normalización de un ladrillo que puede ser empleado en diseños más exigentes y en construcciones con un mejor control, en otras palabras con más eficiencia y economía.

A.3 DENSIDAD.

A partir de ensayos realizados se ha establecido que existe una relación estrecha entre la densidad del ladrillo y sus otras propiedades. A mayor densidad mejores propiedades de resistencia y de perfección geométrica.

Consecuentemente, se ha decidido emplear en la Norma el valor de la densidad como un criterio que permite de una manera simple, mediante ensayos fáciles de efectuar prácticamente en cualquier lugar, evaluar la calidad de ladrillo con que se cuenta.

A.4 MODULO DE RUPTURA.

Se ha dicho que la propiedad característica de la albañilería es su resistencia a la compresión. Cuando un prisma de albañilería es sometido a una carga de compresión la primera falla ocurre al rajarse verticalmente los ladrillos, como consecuencia de la tracción lateral ocasionada por la tendencia del mortero a fluir lateralmente y escapar de entre los mismos. Consecuentemente, al aumentar la resistencia a la tracción del ladrillo se aumenta también la resistencia a la compresión de la albañilería.

El módulo de ruptura es una medida aproximada de la resistencia a la tracción del ladrillo.

Esta propiedad no ha sido considerada como requisito para la clasificación del ladrillo en virtud de haberse establecido que su valor está relacionado con la resistencia a la compresión y en razón de que la información cuantitativa que ella proporciona acerca de la albañilería no puede establecerse.

Sin embargo, se recomienda la medición del módulo de ruptura cuando se trata de ladrillos tipo IV y tipo V ya que permitirá una mejor selección del ladrillo que se propone emplear.

A manera de referencia se indica a continuación el valor mínimo aproximado obtenible para cada tipo de ladrillo:

TIPO	MODULO DE RUPTURA (daN/cm²)
I	6
II	7
III	8
IV	9
V	10

A.5 ABSORCION MAXIMA.

La absorción máxima del ladrillo es considerada como una medida de su impermeabilidad. Los valores indicados como máximos en la Norma se aplican a condiciones de uso en que se requiera utilizar el ladrillo en contacto constante con agua o con el terreno, sin recubrimiento protector.

Tal es el caso de cisternas, jardineras y albañilería de ladrillo visto en zonas muy lluviosas.

A.6 COEFICIENTE DE SATURACION.

El coeficiente de saturación es considerado como una medida de la durabilidad del ladrillo cuando se encuentra sometido a la acción de la intemperie.

El coeficiente de saturación es la relación que existe entre la absorción del ladrillo (cuando se le sumerge en agua un número de horas determinado) y la absorción máxima de ladrillo (medida luego de 5 horas de ebullición). A mayor coeficiente de saturación, mayor será la cantidad de agua que absorbe rápidamente el ladrillo y consecuentemente inferior su resistencia a la intemperie. Así un ladrillo con un coeficiente de saturación menor de 0,8 es poco absorbente y es utilizable para cualquier clima o condición de intemperismo, y un ladrillo con un coeficiente de saturación de 1 es muy absorbente y sólo es utilizable cuando se protege de la intemperie mediante recubrimiento adecuado.

Este criterio de resistencia al intemperismo ha sido incorporado en la Norma para asegurar la adecuada durabilidad de la construcción de albañilería cuando existen condiciones de uso e intemperismo particularmente exigentes.

A.7 INDICE DE DEGRADACION.

El efecto de la exposición a la intemperie en los ladrillos tiene que ver con el “índice de degradación” que equivale al producto de la cifra del promedio anual de días de ciclo de congelamiento y el promedio anual de precipitación invernal (en pulgadas), definidos de la siguiente forma:

Un día de ciclo de congelamiento es cualquier día en el cual la temperatura del aire pasa por encima o por debajo de 0°C. El número promedio de días de ciclo de congelamiento en un año puede ser considerado como igual a la diferencia entre el número medio de días durante los cuales la temperatura máxima fue de 0°C o menos.

La precipitación invernal es la suma, en pulgadas de la precipitación media mensual corregida que ocurre durante el período entre la primera helada temprana en el otoño y la fecha normal de la última helada temprana de la primavera. La precipitación invernal para cualquier período es igual a la precipitación total menos un décimo de la caída total de nieve, hielo o granizo. La precipitación para cualquier porción del mes se obtiene haciendo el prorrateo.

La región de degradación severa tiene un índice de degradación de 500 ó más. La región de degradación moderada tiene un índice de degradación de 100 ó 499. La región de degradación insignificante tiene índices de degradación de 99 ó menos.

Para evaluar las condiciones de intemperismo se seleccionaron las ciudades de Huancavelica y Puno y se utilizó la información disponible del SENAMHI de los últimos 5 años. Para estas ciudades se obtuvo un índice de degradación de 210 y 250 respectivamente, concluyéndose que en el país las áreas urbanas no se presentan en zonas con intemperismo severo. Sin embargo se ha dejado abierta en la Norma la posibilidad de que se requiera edificar en zonas con intemperismo severo empleando ladrillo.

A.8 SUCCION.

Está demostrado que con ladrillos que tienen una succión excesiva no se logra, usando métodos ordinarios de construcción, uniones adecuadas entre el mortero y el ladrillo. El mortero, debido a la rápida pérdida de parte del agua que es absorbida por el ladrillo, se deforma y endurece no logrando un contacto completo e íntimo con la cara del siguiente ladrillo. El resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua.

Se considera que para succiones mayores de 20 gramos por minuto en un área de 200 cm² es requisito indispensable que los ladrillos se saturen antes de su uso.

De las pruebas realizadas se ha obtenido los siguientes valores según los tipos de ladrillo:

TIPO	MODULO DE RUPTURA (daN/cm ²)
I	61
II	66
III	53
IV	No se obtuvo valores
V	38

Al obtenerse valores de succión promedio sustancialmente mayores que el límite indicado, se concluye que es indispensable que todo el ladrillo de arcilla se sature con agua inmediatamente antes de asentarlo, la forma de efectuar esta operación dependerá de la retentividad del mortero a emplearse.

Esta propiedad no está normada como requisito ya que todo el ladrillo investigado excede el límite; sin embargo se incluye la prueba de succión para aquellos ladrillos de arcilla que eventualmente puedan no requerir el tratamiento de saturado con agua.

A.9 EFLORESCENCIA.

En el contexto de la Norma, la eflorescencia es una medida del afloramiento y cristalización de las sales solubles contenidas en el ladrillo cuando éste es humedecido. La objeción principal a la eflorescencia es su efecto sobre la apariencia de la albañilería; sin embargo puede ocurrir sí las sales que se cristalizan se encuentran en cantidad importante que la presión que estos cristales ejerzan al crecer causen rajaduras y disgregación de la albañilería. Esta posibilidad debe analizarse en el caso en que la muestra sometida al ensayo sea calificada como “eflorescida”.

No obstante que esta propiedad no está normada como requisito se recomienda realizarla en los casos en que se trate de acabados de ladrillo visto o cuando la albañilería se encontrará sometida a humedad intensa y constante.

APEDICE "B"

EQUIVALENCIAS DE UNIDADES SI CON UNIDADES TRADICIONALES

Teniendo en cuenta que las unidades empleadas en la presente Norma están conforme con la Norma Técnica ITINTEC 821.003 "Sistema Internacional de unidades y recomendaciones par el uso de sus múltiplos y algunas otras unidades" cuyo uso no esta generalizado por la existencia de unidades empleadas tradicionalmente en documentos de estudio y equipos, se hace necesario la inclusión de la tabla de equivalencias siguiente:

EQUIVALENCIAS DE UNIDADES SI CON UNIDADES TRADICIONALES

Unidades SI	Otras Unidades del SI	Unidades Tradicionales
Pa (pascal) * N (newton) *	1 Pa = 1 N/m² 1 N = 1 kg m/s²	0,10 kgf/m² 0,10 kgf
100 Pa 10 000 Pa	1 N/dm² 1 N/cm²	0,10 kgf/dm² 0,10 kgf/cm²
1 000 000 Pa 1 MPa	1 daN/cm² = 10 N/cm² 1 000 000 Pa	1 kgf/cm²
1 MPa 0,1 MPa	100 N/cm² 10 N/cm²	10 kgf/cm² 1 kgf/cm²

* Unidades Derivadas SI ap

**ANEXO 05: NORMA
TÉCNICA PERUANA
331.018**

NORMAS TÉCNICAS

ITINTEC 331.018

ORIGEN

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual
INDECOPI COMISION DE REGLAMENTOS TECNICOS Y COMERCIALES

NORMA TECNICA PERUANA

PERU NORMA TECNICA NACIONAL	ELEMENTOS DE ARCILLA COCIDA Ladrillos de Arcilla usados en Albañilería Requisitos	ITINTEC 331.018 Octubre, 1978.
-----------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------

1. NORMAS A CONSULTAR

- ITINTEC 331.017** Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos.
ITINTEC 331.019 Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Muestreo y recepción.
ITINTEC 821.003 Sistema Internacional de Unidades y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y algunas otras unidades.

2. OBJETO

2.1 La presente Norma establece los métodos de ensayo para determinar la variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión, densidad, módulo de rotura, absorción, absorción máxima, coeficiente de saturación, succión y eflorescencia de los ladrillos de arcilla usados en albañilería.

3. METODOS DE ENSAYO

3.1.1 Aparato.- Una regla graduada al milímetro, de preferencia de acero inoxidable, de 300 mm de longitud o un calibrador de mordazas paralelas provistas de una escala graduada entre 10 mm y 300 mm y con divisiones correspondientes a 1 mm.

3.1.2 Muestra.- Estará constituida por ladrillos secos enteros, obtenidos según la Norma ITINTEC 331.019.

3.1.3 Procedimiento.- Se mide en cada espécimen el largo, ancho y alto, con la precisión de 1 mm. Cada medida se obtiene como promedio de las cuatro medidas entre los puntos medios de los bordes terminales de cada cara.

3.1.4 Expresión de resultados.- Se calcula la variación en porcentaje de cada dimensión restante de cada dimensión especificada en valor obtenido de promediar la dimensión de todas las muestras, dividiendo este valor por la dimensión especificada y multiplicando por 100.

$$V = \frac{DE - MP}{D} \times 100$$

en donde:

- V** Variación de dimensión, en porcentaje.
DE Dimensión especificada, en milímetros.
MP Medida promedio en cada dimensión, en milímetros.

3.1.5 Informe.- Se indica como variación de dimensión del lote de ladrillos de porcentaje de variación de todas y cada una de las dimensiones sin decimales.

3.2 Alabeo

3.2.1 Aparatos.- Dos cuñas de acero graduadas a medio milímetro de las características que indica la **Figura 1**.

3.2.2 Muestra.- Estará constituida por ladrillos secos enteros obtenidos según la Norma ITINTEC 331.019. Pueden usarse los mismos ladrillos usados en la determinación de dimensiones.

3.2.3 Procedimiento.- Según el alabeo se presenta como concavidad o convexidad, seguir el procedimiento que para cada caso se detalla a continuación en las dos caras mayores del ladrillo.

3.2.3.1 Medición de concavidad.- Se coloca el borde recto de la regla ya sea longitudinalmente o sobre una diagonal de una de las caras mayores del ladrillo.

Se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima.

Se efectúa la lectura con la precisión de 1 mm y se registra el valor obtenido (**ver Figura 2**).

3.2.3.2 Medición de convexidad.- Se emplea alternativamente uno de los procedimientos siguientes:

a) Se coloca al borde recto de la regla sea sobre una diagonal o bien sobre dos aristas opuestas de una de las caras mayores de ladrillo. Se introduce en cada vértice una cuña y se busca el punto de apoyo de la regla sobre la diagonal, para el cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida (**ver Figura 3**).

b) Se apoya el ladrillo por la cara a medir sobre una superficie plana, se introduce cada una de las cuñas en dos vértices opuestos diagonalmente o en dos aristas, buscando el punto para el cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida (**ver Figura 4**).

3.2.4 Expresión de resultados.- Se indica el promedio de los valores correspondientes a concavidad y/o convexidad obtenidos en milímetros enteros.

3.3 Resistencia a la compresión

3.3.1 Aparatos.- Cualquier máquina de las empleadas en el laboratorio para ensayos de compresión, debiendo estar provista para la aplicación de la carga de un rodillo de metal endurecido de asiento esférico y solidario con el cabezal superior de la máquina.

El centro de la superficie del casquete esférico debe coincidir con el centro de la superficie del bloque que se pone en contacto con el espécimen. Dicho bloque se mantiene inmóvil en su asiento esférico, pero puede girar libremente en cualquier dirección. El diámetro de la superficie del bloque de apoyo debe ser como mínimo de 12,5 cm.

Sobre la mordaza inferior, bajo el espécimen, se coloca una plancha metálica de una dureza Rockwell C 60 (número Brinell 620) cuya desviación con respecto a un plano horizontal no sea mayor de 0,03 mm.

Si el área del bloque de apoyo es menor que la cara del espécimen que debe estar en contacto con él, debe intercalarse una plancha de acero que cumpla iguales condiciones de horizontabilidad que la descrita en el párrafo anterior y cuyo espesor sea por lo menos igual a un tercio de la distancia entre el punto de contacto del rodillo y la arista más alejada del espécimen.

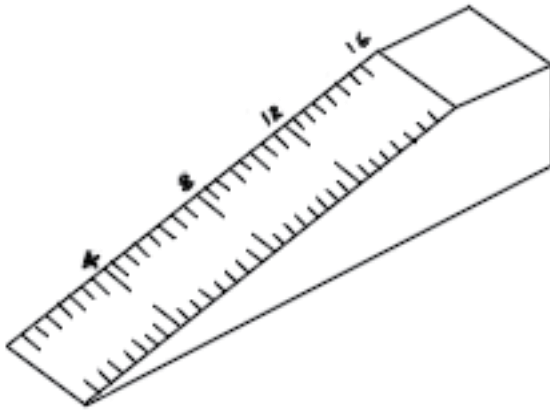


FIGURA 1.- Las medidas están dadas en milímetros

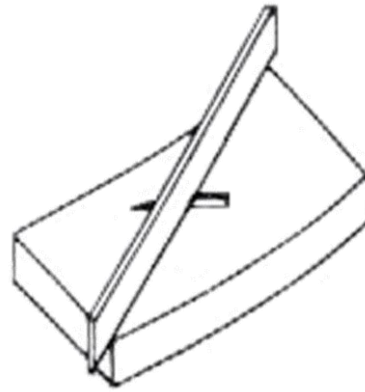


FIGURA 2

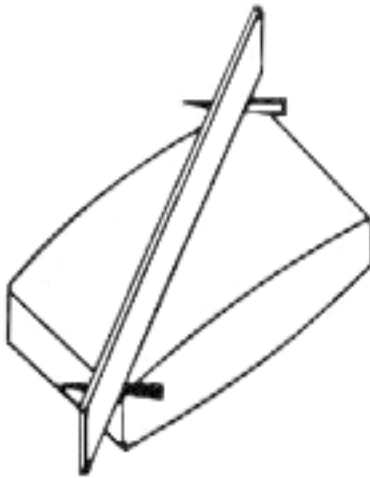


FIGURA 3



FIGURA 4

3.3.2 Muestra.- Estará constituida por medios ladrillos secos, obtenidos por corte perpendicular al largo del espécimen. El corte se hará por cualquier método que no los destruya y que dé superficies planas y paralelas.

Puede usarse para esta prueba los medios ladrillos remanentes del ensayo de módulo de ruptura (ver 3.5). La forma de muestreo está especificada en la Norma ITINTEC 331.019.

3.3.2.1 Recubrimiento de la muestra.- Si las caras del espécimen presentan irregularidades se rellenan con una capa de cemento Portland, que se dejará fraguar 24 horas, antes de aplicar el recubrimiento, por medio de uno de los dos procedimientos que se detallan a continuación.

a) Recubrimiento de yeso.

Se cubre ambas caras opuestas del espécimen con solución alcohólica de goma laca, dejándolas secar perfectamente.

Se aplica una capa delgada de pasta de yeso cocido extendiéndola hasta obtener una superficie plana y uniforme.

Se repite el procedimiento en la otra cara del espécimen.

Se comprueba de que ambas caras sean aproximadamente paralelas y se espera por lo menos 2 h, antes de efectuar el ensayo.

b) Recubrimiento con azufre.

Se usa una mezcla que contenga 40% a 60% de azufre en polvo (en masa) completándose con arcilla refractaria cocida u otro material inerte apropiado que pasa por el tamiz ITINTEC N° 100 (149 m)

Se usa un recipiente de aproximadamente la misma medida del ladrillo y de 1,25 cm de profundidad. Se aceita ligeramente el molde y se vierte 0,5 cm de azufre calentado y fluido.

Se coloca inmediatamente sobre el líquido la superficie del ladrillo que se va a recubrir, sosteniendo el espécimen de tal manera que el recubrimiento sea uniforme.

3.3.3 Procedimiento.- Se coloca el espécimen con una de sus caras mayores sobre el apoyo de la máquina y se hace descender el vástago solidario al cabezal, maniobrando suavemente la rótula hasta obtener un contacto perfecto sobre la cara superior del espécimen, asegurando que el eje de la misma coincida con el eje longitudinal del espécimen.

Se aplica la carga cuidando que la velocidad del cabezal de la máquina no sea mayor de 1,27 mm/min.

3.3.4 Expresión de resultados.- Se calcula la resistencia a compresión con la siguiente ecuación:

$$f' b = \frac{P}{A}$$

en donde:

- f' b** es la resistencia a la compresión del ladrillo en daN/cm².
P es la carga de rotura aplicada indicada por la máquina en daN.
A es el promedio de las áreas brutas superior e inferior del espécimen en cm².

NOTA 1.- Para la determinación del área en el caso de ladrillos perforados, será necesario calcular el volumen del espécimen tal como se realiza en el ensayo de densidad (3.4) y aplicar la siguiente ecuación:

$$A = \frac{V}{h}$$

en donde:

- A** es el área del ladrillo dado en centímetros cuadrados.
V es el volumen del ladrillo en centímetros cúbicos.
h es la altura del ladrillo en centímetros.

NOTA 2.- Ladrillos tubulares.- Se tratarán como ladrillos macizos para todos los efectos de la prueba y clasificación.

3.3.5 Informe.- Se indica como resistencia a la compresión del lote de ladrillos el promedio de los valores obtenidos para cada muestra en daN/cm² enteros.

3.4 Densidad

3.4.1 Aparatos

3.4.1.1 Balanza con capacidad no menor de 2 kg y que permita efectuar pesadas con una precisión de 0,5 g.

3.4.1.2 Recipiente de agua que pueda contener las muestras completamente sumergidas.

3.4.1.3 Horno con libre circulación de aire que permita mantener una temperatura comprendida entre 110°C y 115°C.

3.4.2 Muestra.- Estará constituida por ladrillos secos enteros, obtenidos según Norma ITINTEC 331.019.

3.4.3 Procedimiento

3.4.3.1 Se calientan los especímenes en el horno entre 110°C y 115°C y se pesan luego de enfriarlos a temperatura ambiente. Se repite el tratamiento hasta que no se tenga variaciones en el peso obteniéndose (G 3).

NOTA.- Para enfriar los especímenes se recomienda colocarlos sin amontonarlos en un espacio abierto con libre circulación de aire, manteniéndolos a temperatura ambiente durante 4 horas.

3.4.3.2 Se coloca el espécimen en un recipiente lleno de agua destilada hirviendo, disponiéndolo de modo que el líquido pueda circular libremente por los costados, manteniéndolo durante 3 h en ebullición.

3.4.3.3 Se pesa el espécimen sumergido (G 2), equilibrando previamente la balanza con el dispositivo de suspensión y el espécimen sumergido.

3.4.3.4 Se retira el espécimen del recipiente secando el agua superficial con un trapo húmedo y se pesa (G 1).

3.4.4 Expresión de resultados

3.4.4.1 El volumen del espécimen será:

$$V = G 1 - G 2$$

en donde:

V es el volumen en centímetros cúbicos.

G 1 es la masa del espécimen saturado (3 horas de ebullición), en gramos.

G 2 es la masa del espécimen saturado sumergido, en gramos.

G 3 es la masa del espécimen seco, en gramos.

3.4.4.2 La densidad será:

$$D = \frac{G3}{V}$$

en donde:

D es la densidad del espécimen en gramos por centímetros cúbicos.

3.4.5 Informe.- Se indica como densidad al lote de ladrillos del promedio de los valores obtenidos para cada espécimen en g/cm³ con dos decimales.

3.5 Módulo de rotura

3.5.1 Aparatos.- Cualquier máquina de las empleadas en laboratorio para ensayo de flexión, pero cuyos apoyos tengan una longitud no menor que el ancho del espécimen con el que deben tener un contacto permanente y completo. Los apoyos se deben ajustar de modo que puedan girar libremente sin ejercer fuerzas en las direcciones longitudinal y transversal a la muestra.

3.5.2 Muestra.- Ladrillos enteros secos, obtenidos según la Norma ITINTEC 331.019.

3.5.3 Procedimiento

3.5.3.1 Se coloca el espécimen con la cara mayor más plana sobre los soportes asegurando que la luz entre estos sea de 18 cm.

3.5.3.2 Se hace descender la placa de acero hasta obtener un contacto sobre la otra cara mayor del espécimen entre soportes y se aplica la carga. La rapidez en el incremento de la carga no debe ser mayor de 10 daN/cm² (1 000 kg/min) y se considera cumplida dicha condición si la velocidad del cabezal móvil de la máquina no es mayor de 1,25 mm / min. la carga se aplicará en el centro de la luz, por medio de una placa de acero de aproximadamente 6,5 mm de espesor, 40 mm de ancho y la longitud no menor que el ancho del espécimen.

3.5.4 Expresión de resultados.- El módulo de rotura se calcula de la ecuación siguiente:

$$f_r = \frac{3 P_1}{2 b d^2}$$

en donde:

- f_r** es el módulo de rotura, en daN/cm².
- P** es la carga de rotura, en daN.
- P** es la distancia entre apoyos, en centímetros.
- b** es el ancho promedio del espécimen cara a cara, en centímetros.
- d** es el espesor promedio del espécimen cara a cara, en centímetros.

3.5.5 Informe.- Se indica como módulo de rotura del lote de ladrillos el promedio de los valores obtenidos para cada espécimen en daN/cm² con un decimal.

3.6 Absorción

3.6.1 Aparatos.- Similares a los indicados en 3.4.1.

3.6.2 Muestra.- Medios ladrillos que están de acuerdo a lo indicado en 3.3.2.

3.6.3 Procedimiento

3.6.3.1 Se calientan los especímenes en el horno entre 110°C y 115°C y se pesan luego de enfriarlos a temperatura ambiente. Se repite el tratamiento hasta que no se tenga variaciones en el peso obteniéndose G 3.

NOTA.- Para enfriar los especímenes se recomienda colocarlos sin amontonarlos en un espacio abierto con libre circulación de aire manteniéndolos a temperatura ambiente durante 4 horas.

3.6.3.2 Se introducen los especímenes secos en un recipiente lleno de agua destilada, manteniéndolos completamente sumergidos durante 24 h, asegurando que la temperatura del baño esté comprendida entre 15°C y 30°C. Transcurrido el lapso indicado, se retiran los especímenes del baño, secando el agua superficial con un trapo húmedo y se pesan (G 4).

Los especímenes deben pesarse dentro de los 5 min a partir del instante en que se extraen del recipiente.

3.6.4 Expresión de resultados.- El contenido de agua absorbida se calcula con la ecuación siguiente:

$$A = \frac{G 4 - G 3}{G 3} \times 100$$

en donde:

- A** es el contenido agua absorbida, en porcentaje.
- G 3** es la masa del espécimen seco, en gramos.
- G 4** es la masa del espécimen saturado luego de 24 h de inmersión en agua fría, en gramos.

3.6.5 Informe.- Se indica como absorción del lote de ladrillos el promedio de los porcentajes individualmente calculados para cada uno de los especímenes, sin decimales.

3.7 Absorción máxima

3.7.1 Aparatos.- Similares a los indicados en 3.4.1.

3.7.2 Muestra.- Medios ladrillos que están de acuerdo a lo indicado en 3.3.2.

3.7.3 Procedimiento

3.7.3.1 Se calientan los especímenes en el horno entre 110°C y 115°C y se pesan luego de enfriarlos a temperatura ambiente. Se repite el tratamiento hasta que no se tenga variaciones en el peso obteniéndose G 3.

NOTA.- Para enfriar los especímenes se recomienda colocarlos sin amontonarlos en un espacio abierto durante 4 horas.

3.7.3.2 Se sumergen los especímenes en un recipiente lleno de agua destilada a una temperatura comprendida entre 15°C y 30°C disponiéndolo de modo que el líquido pueda circular libremente por los costados.

Se calienta gradualmente el agua hasta alcanzar el punto de ebullición en 1 h y se deja hervir a partir de ese momento durante 5 h.

3.7.3.3 Al término del lapso indicado, se enfría el recipiente hasta una temperatura comprendida entre 15°C y 30°C por pérdida natural de calor.

3.7.3.4 Se retira el espécimen del recipiente y se seca el agua superficial con un trapo húmedo y luego se pesa (G 5).

El espécimen debe pesarse dentro de los 5 min a partir del instante en que se extrae del recipiente.

3.7.4 Expresión de resultados.- El contenido de agua absorbida se calcula con la ecuación siguiente:

$$B = \frac{G5 - G3}{G3} \times 100$$

en donde:

B es el contenido agua absorbida, en porcentaje.

G 3 es la masa del espécimen seco, en gramos según 3.6.3.1.

G 5 es la masa del espécimen saturado luego de 5 horas de ebullición, en gramos.

3.7.5 Informe.- Se indica como absorción máxima del lote de ladrillos el promedio de los porcentajes individuales calculados para cada uno de los especímenes, sin decimales.

3.8 Coeficiente de saturación

3.8.1 Expresión de resultados.- El coeficiente de saturación por cada espécimen se calcula con la ecuación siguiente:

$$C = \frac{G4 - G3}{G5 - G3}$$

en donde:

C es el coeficiente de saturación (sin unidades).

G 3 es la masa del espécimen seco según 3.6.3.1.

G 4 es la masa del espécimen saturado luego de 24 h de inmersión en agua fría según 3.6.4.

G 5 es la masa del espécimen saturado por ebullición 5 h según 3.7.4.

3.8.2 Informe.- Se indica como coeficiente de saturación del lote de ladrillos el promedio de los coeficientes obtenidos para cada espécimen.

3.9 Succión

3.9.1 Aparatos

3.9.1.1 Bandeja o recipiente para agua, con una profundidad interior de no mayor de 12,5 mm y de un largo y ancho tales que resulte un área de no menor de 2 000 cm².

La base de la bandeja debe ser plana y horizontal. Se debe incorporar a la bandeja un dispositivo que permita mantener el nivel de agua 0,25 mm por encima de los soportes.

3.9.1.2 Soporte para los ladrillos.- Se usará dos barras idénticas de metal no corrosible, con sección rectangular de 5 mm de altura y de un ancho no mayor de 10 m.

3.9.1.3 Balanza.- Similar a la indicada en 3.4.1.1.

3.9.1.4 Horno.- Similar al indicado en 3.4.1.3.

3.9.1.5 Sala de temperatura constante.- Cuarto que mantenga una temperatura de 24°C ± 2,0°C.

3.9.1.6 Cronómetro.- Calibrado en segundos, que indique un período de 1 minuto.

3.9.2 Muestra.- Ladrillos enteros o mitades de ladrillos que están de acuerdo a lo indicado en 3.3.2.

3.9.3 Procedimiento

3.9.3.1 Se secan los especímenes según el procedimiento descrito en 3.6.3.1.

3.9.3.2 Se miden con una precisión de 1 mm, el largo y ancho de la superficie del espécimen que estará en contacto con el agua. Se pesa el espécimen con una aproximación de 0,5 g.

3.9.3.3 Se monta la bandeja para la prueba, en la Sala de Temperatura Constante. Se horizontaliza el fondo de la bandeja mediante un nivel de burbuja. Se coloca el espécimen encima de los soportes contando como tiempo cero el momento de contacto del ladrillo con el agua. Durante el período de contacto, 1 min ± 1 s se mantiene el nivel de agua en el original agregando agua según sea necesario.

Al final del tiempo de contacto, se saca el espécimen y se seca el agua superficial con un trapo húmedo.

3.9.3.4 Se pesa el espécimen con una precisión de 0,5 g. La pesada se realiza en un lapso no mayor de 2 min después de su retiro del contacto con el agua.

3.9.4 Expresión de resultados.- La diferencia en peso en gramos entre la pesada final y la inicial, es el peso de agua absorbida por el ladrillo durante un minuto de contacto con el agua. Si el área de contacto del ladrillo no difiere en ± 2,5% de 200 cm², se dará como resultado el aumento de peso en gramos.

Si el área del espécimen difiere en más de 2,5% de 200 cm² se corregirá el peso mediante la fórmula siguiente:

$$A = \frac{200 W}{L b}$$

en donde:

- W** es el aumento de peso, en gramos.
- L** es el largo promedio de la superficie de contacto, en centímetros.
- b** es el ancho promedio de la superficie de contacto, en centímetros.
- A** es el aumento de peso corregido, en gramos.

3.9.5 Informe.- Se indica como succión del lote de ladrillos el promedio del peso de agua absorbida por los especímenes individualmente obtenidas, en gramos sin decimales.

3.10 Eflorescencia

3.10.1 Aparatos

3.10.1.1 Bandeja metálica, que permita operar con una profundidad de agua de por lo menos 25 mm.

3.10.1.2 Cámara de humedad, que permita operar con una humedad relativa comprendida entre el 30% y 70%, estando exenta de corrientes de aire y que mantenga una temperatura de 24°C ± 5,5°C.

3.10.1.3 Horno, provisto de libre circulación de aire y que permita mantener constante una temperatura comprendida entre 110°C y 115°C.

3.10.2 Muestra.- Estará constituida por ladrillos enteros, obtenidos según la Norma ITINTEC 331.019 Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería, Muestreo y Recepción.

3.10.3 Procedimiento.- Se ensayan los especímenes en series de 6 a 10 ladrillos separados en dos grupos de 3 ladrillos o 5 ladrillos, que se acondicionarán y ensayarán del modo siguiente:

3.10.3.1 Se colocan los especímenes de canto dentro de una bandeja en grupos de ladrillos espaciados entre sí, con intervalos no menores de 5 cm.

3.10.3.2 Se coloca en forma similar el otro grupo de especímenes dentro de la bandeja y se agrega agua destilada por los bordes del recipiente, asegurando que la profundidad del líquido sea aproximadamente 2,5 cm.

3.10.3.3 Se llevan ambas series de especímenes en sus respectivas bandejas a la cámara de humedad y se mantienen durante 7 días.

3.10.3.4 Se retiran ambos recipientes de la cámara al cabo del lapso indicado y se hace escurrir los especímenes. Se llevan ambas series de especímenes al horno dejándolas secar entre 110°C y 115°C durante 24 h.

NOTA.- Se vacía y se limpia los recipientes luego de cada prueba. Con un período de 72 horas de secado se preparan los especímenes para otros ensayos (compresión, módulo de rotura o absorción) que pueden ejecutarse posteriormente.

No se recomienda ensayar simultáneamente ladrillos de diferentes fuentes por la contaminación de sales entre ellos.

3.10.4 Informe.- Después de secar y enfriar los especímenes a la temperatura ambiente se reúnen formando

cada pareja original y se comparan entre sí, examinando principalmente el aspecto de las caras y de los vértices.

Si no hubieren diferencias apreciables a simple vista se clasifica cada espécimen como “Sin eflorescencia”.

Si hay diferencias se observa los especímenes a una distancia de 3 m con una iluminación no menor de 150 lúmenes por metro. Si en estas condiciones no se aprecian diferencias, se clasifica el espécimen como “Ligeramente eflorescida” y si por el contrario, hay diferencias perceptibles, se clasificarán como “Eflorescida”. Se indica como eflorescencia del lote de ladrillos, el calificativo aplicado al espécimen.

4. ANTECEDENTES

- * **4.1** Proyecto de investigación 3120
“Investigación del ladrillo de arcilla fabricado en el Perú para la elaboración de la Norma Técnica Nacional”.
- * **4.2** Proyecto de Norma Técnica, resultado de la investigación.
- * **4.3** ANSI/ASTM C 67-66 Standard methods of sampling and testing brick (Estados Unidos).
- * **4.4** NF P 13-301-74 Briques creuses de terre cuite (Francia).
- * **4.5** Nch 169.Of.73 Ladrillos cerámicos. Clasificación y Requisitos (Chile).
- * **4.6** INEN 292-1977 Ladrillos cerámicos. Muestreo.
- * **4.7** IRAM 12518/55 Ladrillos cerámicos comunes (Argentina).
- * **4.8** IRAM 12532/60 Ladrillos cerámicos huecos (Argentina).
- * **4.9** ABNT 648-75 Ladrillos cerámicos nao esmaltados (Brasil).
- * **4.10** ICONTEC 451 Ladrillos cerámicos (Colombia).
- * **4.11** BSI 3921-74 Clay bricks and blocks.
- * **4.12** SABS 589-1971 Hollow clay building blocks.
- * **4.13** SABS 227-1970 Burn clay masonry units.

**ANEXO 06: MANUAL
PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE
VIVINDAS DE ADOBE DE
ROBERTO MORALES**

MANUAL PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE ADOBE

**Ing. Roberto Morales Morales
Dr. Rafael Torres Cabrejos
Ing. Luis A. Rengifo
Ing. Carlos Irala Candiotti**

INDICE

1. INTRODUCCION Y ANTECEDENTES
2. PRINCIPALES CAUSAS DE LAS FALLAS EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE
3. SELECCION DE LA TIERRA
 - 3.1 Suelos apropiados
 - 3.2 Pruebas de selección
 - 3.3 Estabilización de suelos
4. FABRICACION DEL ADOBE
 - 4.1 Dimensionamiento del adobe
 - 4.2 Preparación del barro
 - 4.3 Mezclado
 - 4.4 Moldeo
 - 4.5 Secado y almacenamiento
 - 4.6 Control de calidad
5. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS
 - 5.1 Ubicación y preparación del terreno
 - 5.2 Cimentación
 - 5.3 Muros
 - 5.3.1 Normas Básicas
 - A) Criterios para el dimensionamiento de muros
 - B) Refuerzos
 - 5.3.2 Tipos de amarre
 - 5.3.3 Albañilería
 - 5.4 Techos
 - 5.5 Revestimientos
6. RECOMENDACIONES BASICAS
7. BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

La tradición de construcciones con tierra esta profundamente arraigada en nuestro país desde la época pre-hispánica y en la actualidad lo podemos constatar observando nuestro valioso patrimonio cultural, constituido por testimonio de construcciones como las ruinas de Chan-Chan, Paramonga, Pachacámac, etc.

Durante la colonia y comienzos de nuestra vida republicana, la construcción con adobe constituyó el principal sistema constructivo de palacios, solares y viviendas populares, que todavía funcionan como tales, desafiando a los rigores del tiempo y movimientos sísmicos sin sufrir daños significativos.

Sin embargo, construcciones mas recientes de adobe han sido la causa de numerosas pérdidas de vidas, porque ofrecen una seguridad permanente ante los movimientos sísmicos. Esto se debe a que la técnica tradicional de construcción con adobe, se ha perdido y se la utiliza en forma empírica y sin asistencia técnica.

Por dichos motivos, es necesaria la divulgación de los avances que se han alcanzado en el mejoramiento de la técnica tradicional durante los últimos quince años, gracias a los esfuerzos de investigación experimental realizados en la Universidad Nacional de Ingeniería con el apoyo del Ministerio de Vivienda a través del Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI) y de la Agencia Internacional de Desarrollo (AID), y en los últimos años con el apoyo del Gobierno de Japón a través del Instituto de Investigación de Edificaciones (BRI).

Actualmente en la UNI, se dispone de procedimientos de análisis y diseño sismo-resistente para edificaciones de adobe de una y dos plantas. Durante los años 1970 a 1978 se realizaron ensayos experimentales correspondientes a edificaciones de un piso que son congruentes con los resultados de los métodos analíticos. Estas investigaciones han sido la base para la elaboración de las normas vigentes de construcciones de adobe.

Debido a la aguda crisis económica por la que atravieza nuestro país y a la gran demanda de viviendas, estamos seguros que la construcción con adobe constituye una de las alternativas viables de solución.

Esta publicación del Manual para la Construcción de VIVIENDAS DE ADOBE es la segunda edición del trabajo publicado en 1985.

La UNI a través del CISMID de la Facultad de Ingeniería Civil dentro de su programa de Proyección Social, presenta este Manual con el objeto de divulgar las recomendaciones técnicas mínimas que se deben considerar en la construcción de viviendas económicas y sismo-resistentes de adobe.

LOS AUTORES

Lima, Marzo de 1993

2. PRINCIPALES CAUSAS DE LAS FALLAS EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE

Las causas principales por las cuales se producen las fallas en las edificaciones de adobe son las siguientes (ver Fig. 5):

Construcción de edificaciones de adobe en terrenos blandos

Construcciones de más de un piso que no son aptas para soportar sismos

Mala calidad del adobe en lo que se refiere a la materia prima utilizada y a la técnica de producción

Dimensionamiento inadecuado de los adobes, especialmente en su altura, que en la mayoría de los casos es demasiado grande

Traba horizontal insuficiente entre los adobes, principalmente cuando estos son colocados de cabeza, motivado casi siempre por el mal dimensionamiento de los adobes

Trabas inadecuadas y deficientes en los encuentros de muros, que producen juntas verticales continuas de tres y más hiladas

Deficiente mano de obra en la colocación de adobes

Dimensionamiento incorrecto de los muros: poco espesor y excesivo largo y alto (Figs. 1 y 4)

Deficiente confinamiento y/o arriostre de los muros

Vanos de puertas y ventanas muy anchos y deficiente empotramiento de los dinteles

Muchos vanos y pocos llenos en la distribución de un paño de un muro

Poca o ninguna protección de los muros contra su debilitamiento por el fenómeno de la erosión

Uso exagerado de muros de soga

Falta de rigidez horizontal de los techos

Inadecuada longitud de aleros de los techos para proteger los muros de las lluvias

Techos muy pesados y soluciones constructivas deficientes en su empalme con los muros de adobe

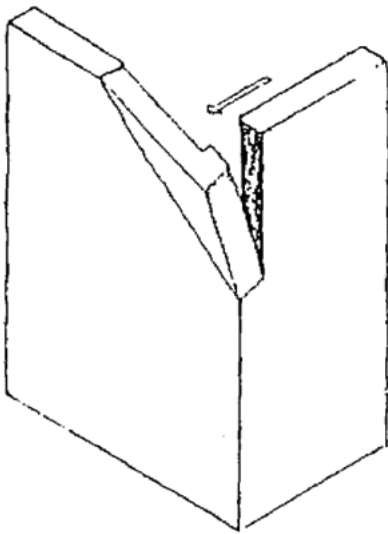


FIG. 1
FALLA POR
TRACCION.

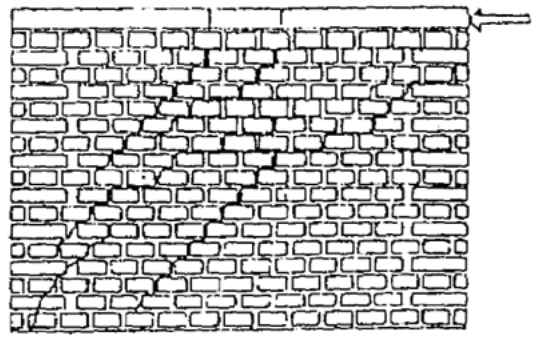


FIG. 2 FALLA POR CORTE.

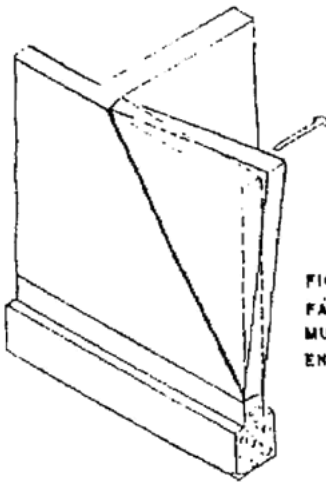


FIG. 3
FALLA POR FLEXION:
MURO ARRIOSTRADO
EN DOS BORDES

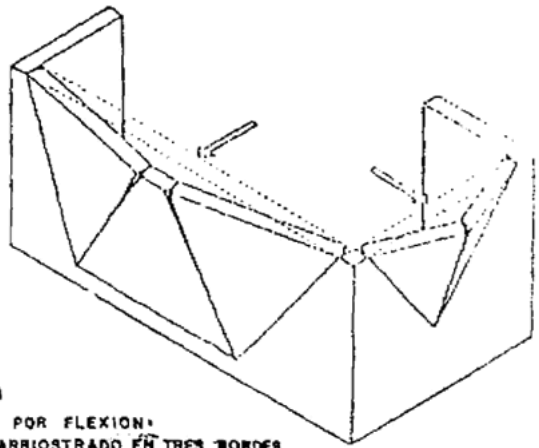


FIG. 4
FALLA POR FLEXION:
MURO ARRIOSTRADO EN TRES BORDES.

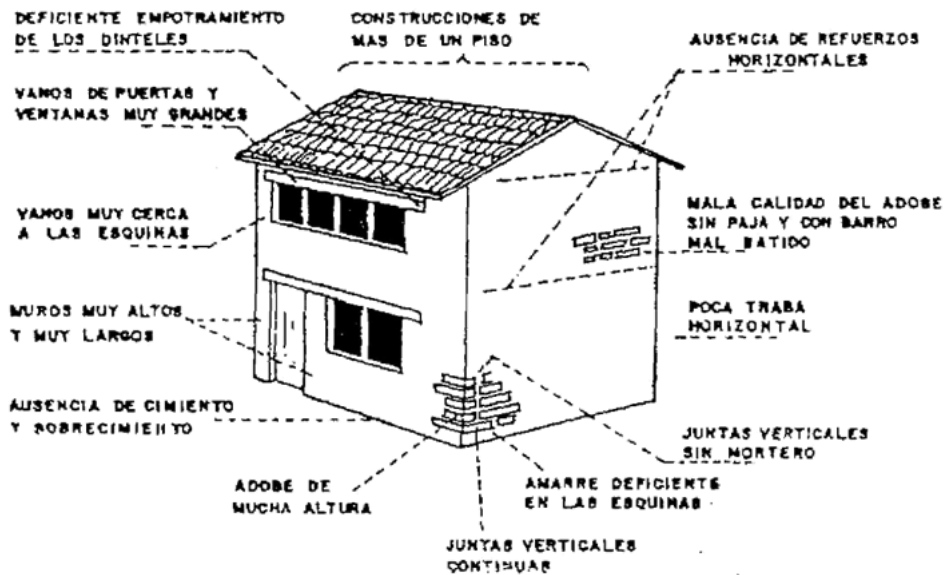
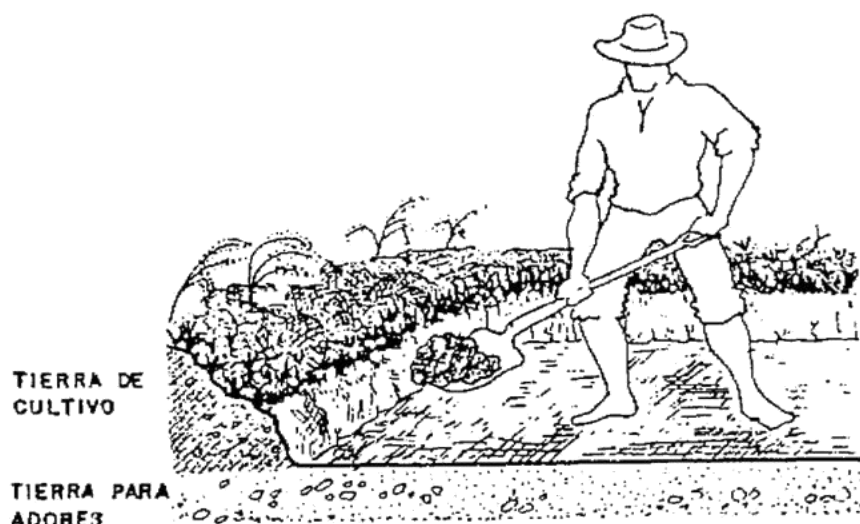


FIG. 5 PRINCIPALES CAUSAS DE LAS FALLAS EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE.

3. SELECCION DE TIERRAS

3.1 SUELOS APROPIADOS

La tierra para fabricar adobes debe estar formada por 25 a 45% de limos y arcilla y el resto de arena. La proporción máxima de arcilla será del 15 al 17%. La tierra no debe ser de cultivo y debe



Se pueden identificar fácilmente las tierras inadecuadas por su color o sabor:

Tierra con materia orgánica: color negruzco.

Tierra salitrosa: color blanquecino y sabor salado

3.2 PRUEBAS DE SELECCION

Son pruebas cuyo resultado nos dará a conocer la calidad de la tierra analizada y si es apropiada para fabricar adobes.

Una vez seleccionada la cantera mediante las pruebas que a continuación se indican; es recomendable, antes de proceder a la producción masiva de adobes, fabricar adobes de prueba y efectuar el control de calidad correspondiente (según 4.6).

PRUEBA GRANULOMETRICA (Prueba de la botella)

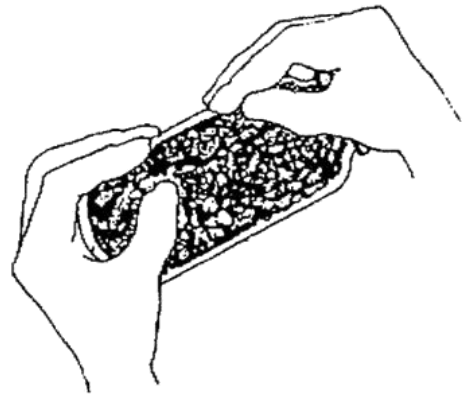
Sirve para determinar la proporción de los componentes principales (arena, limos y arcilla) de la tierra.

Llenar con tierra tamizada (utilizar tamiz No. 4) una botella de boca ancha de un litro de capacidad hasta la mitad de su altura

Llenar la parte restante con agua limpia.

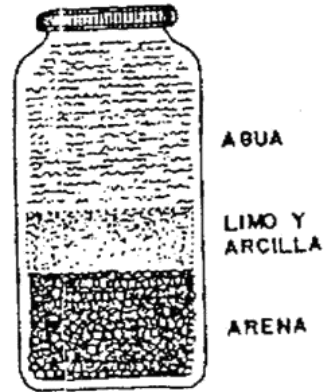


Agitar vigorosamente la botella hasta que todas las partículas de la tierra estén en suspensión.



Poner la botella sobre una mesa y esperar que todas las partículas de arena reposen al fondo. Las partículas de arena reposarán inmediatamente. Las partículas de limos y arcilla durante algunas horas.

Finalmente medir las capas para determinar la proporción de arena y limos con arcilla. Se recomienda que la cantidad de arena fluctue entre 1.5 a 3 veces la cantidad de limos y arcilla. Por ejemplo, si tenemos una altura de 3 cm con limos y arcilla, la altura de arena deberá estar comprendida entre 4.5 a 9 cm.

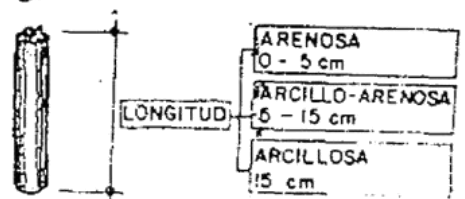
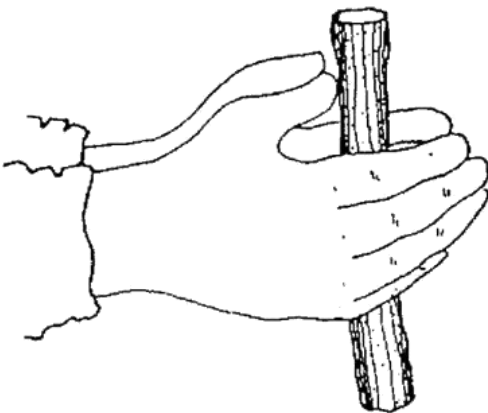


PRUEBA DE PLASTICIDAD (Prueba del rollo)

Sirve para determinar la calidad de la tierra y nos permite saber si ésta es arcillosa, arenosa o arcillo-arenosa.

Consiste en formar con tierra humedecida un rollo de 1.5 cm de diámetro, suspenderlo en el aire y medir la longitud del extremo que se rompe.

Se presentan 3 casos.



TIERRA ARENOSA (INADECUADA)

Cuando el rollo se rompe antes de alcanzar los 5 cm

- TIERRA ARCILLO-ARENOSA (ADECUADA)

Cuando el rollo se rompe al alcanzar una longitud entre 5 y 15 cm

- TIERRA ARCILLOSA (INADECUADA)

Cuando el rollo alcanza una longitud mayor de 15 cm

PRUEBA DE RESISTENCIA (Prueba del disco)

Consiste en amasar tierra húmeda y elaborar 5 discos de 3 cm de diámetro por 1.5 cm de espesor. Dejarlos secar 48 horas y luego tratar de romperlos.

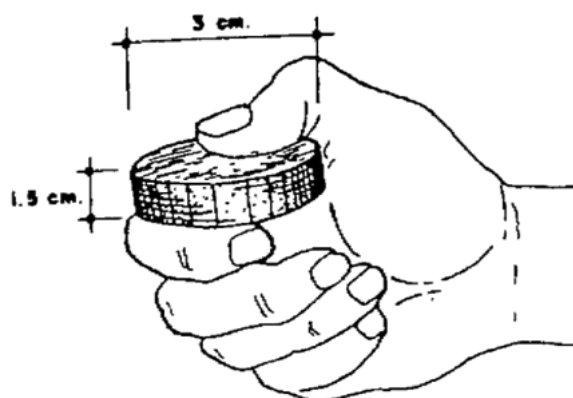
Se presentan dos casos

BAJA RESISTENCIA (INADECUADA)

Cuando el disco se aplasta fácilmente

- MEDIA O ALTA RESISTENCIA (ADECUADA)

Cuando el disco se aplasta con dificultad o se rompe con un sonido seco



3.3 ESTABILIZACION DE SUELOS

La arcilla en presencia de la humedad experimenta cambios de volumen que son necesarios controlar: aumenta cuando tiene agua y disminuye cuando se seca. Este fenómeno origina la erosión de los adobes y por lo tanto, la pérdida de estabilidad y resistencia de los muros.

En nuestro medio se utilizan como estabilizadores para impermeabilizar el adobe los siguientes productos industriales: asfalto (en una proporción de 1 a 3%), cemento (10 a 12%) o cal (15 a 20%). Estos productos mejoran la calidad del adobe pero elevan su costo de 3 a 5 veces más. Una alternativa es utilizar estabilizadores, únicamente en la tierra que será destinada al tarrajeo de muros.

Otra alternativa de disminuir los costos sería utilizar estabilizadores de procedencia vegetal, que constituyan recursos locales de las zonas en que se los apliquen.

4. FABRICACION DEL ADOBE

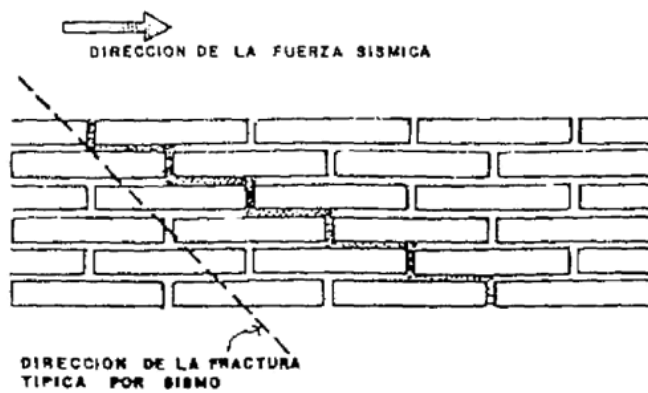
4.1 DIMENSIONAMIENTO DEL ADOBE

En vista de que las dimensiones de los adobes son variadas, sólo es conveniente dictar sobre este tema algunas recomendaciones de carácter general.

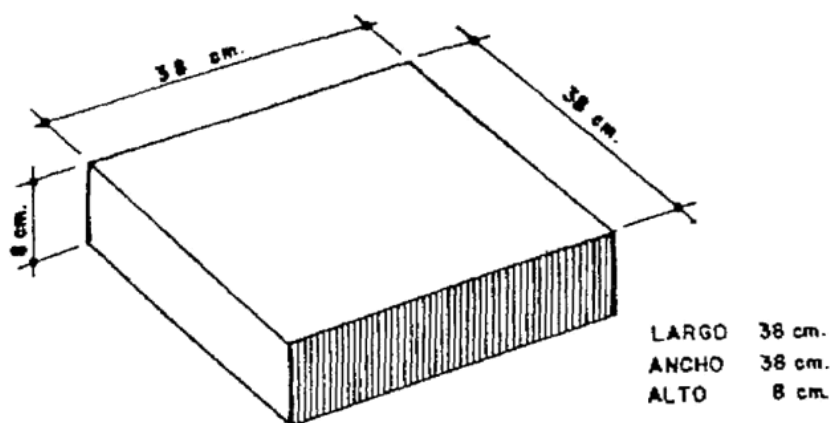
La longitud no debe ser mayor que el doble de su ancho más el espesor de una junta de pega. Tanto la longitud como el ancho tendrán una dimensión máxima de 40 cm.

- La altura no debe ser mayor de 10 cm en lo posible

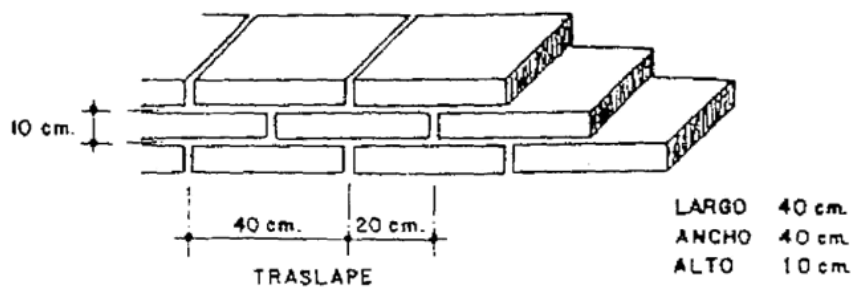
- La relación entre la longitud y la altura debe ser aproximadamente de 4 a 1 para permitir un traslape horizontal en proporción 2 a 1, lo cual brinda seguridad ante el efecto de corte producido por los sismos.



Por facilidades constructivas y de comportamiento mecánico se recomienda la forma cuadrada del adobe y las dimensiones mas adecuadas para su fabricación son:



pues al añadir el mortero de pega con espesor promedio de 2 cm. sus dimensiones finales de trabajo serían:



4.2 PREPARACION DEL BARRO

Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5 mm u otros elementos extraños
Mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas. lo cual facilitará el mezclado

4.3 MEZCLADO

Agregar al barro la cantidad de agua necesaria y realizar el mezclado con lampas y rastrillos o con los pies, pisando y caminando enérgicamente.



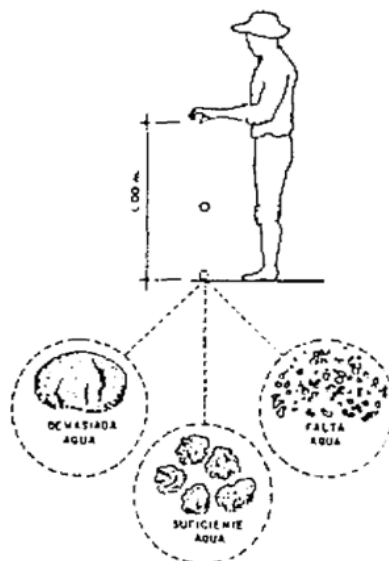
Agregar a la mezcla materias inertes compuestas de fibras de paja o pasto seco con una proporción del 20% en volumen. En caso, de utilizar asfalto como estabilizador, incorporarlo a la mezcla antes de la paja y mezclarlo adecuadamente hasta que desaparezcan las manchas de asfalto.

Antes de realizar el moldeo, se recomienda verificar la humedad correcta de la mezcla mediante la siguiente prueba:

Tomar un puñado de la mezcla y formar una bola.

Dejarla caer al suelo desde una altura de un metro.

Si se rompe en pocos pedazos grandes, hay suficiente agua; si se aplasta sin romperse, hay demasiada agua; y si se pulveriza en muchos pedazos pequeños, falta agua.

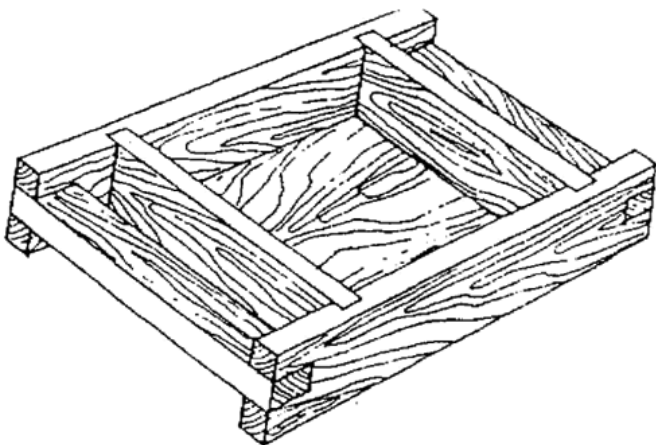


4.4 MOLDEO

El moldeo puede ser el tradicional, utilizando moldes sin fondo y vaciando la mezcla en el molde directamente sobre el tendal, o también utilizando moldes con fondo, que permite producir adobes más uniformes, más resistentes y de mejor presentación.

El fondo del molde debe hacerse con un acabado rugoso y con ranuras de aproximadamente 2 mm en los extremos.

Los moldes serán de madera cepillada de buena calidad; puede prolongarse su vida útil protegiendo los bordes con zuncho metálico.

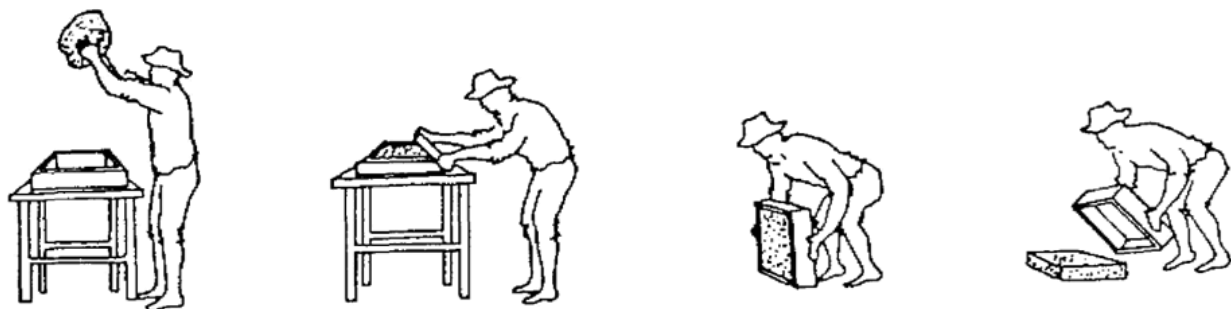


Para la fabricación de los moldes debe considerarse el encogimiento del adobe durante el secado, el cual puede determinarse con adobes de prueba, de tal manera que el adobe seco corresponda a las dimensiones previstas en el diseño.

El moldeo se efectúa de la siguiente manera:

Lavar el molde y esparcir arena fina en sus caras interiores antes de cada uso.

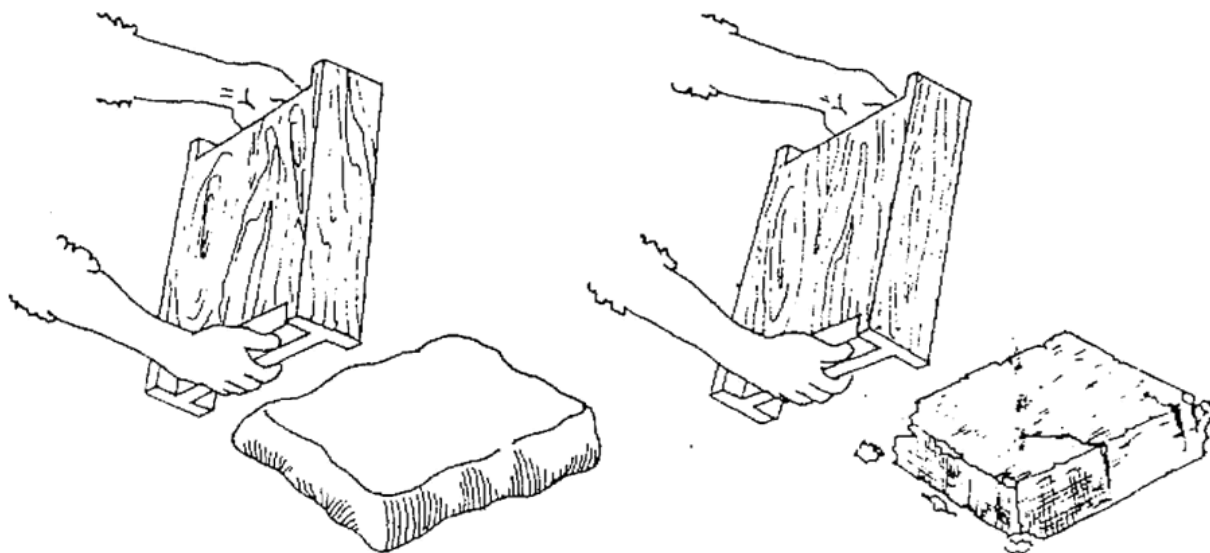
Formar una bola con el barro y tirarla con fuerza al molde. Esta debe ser suficientemente grande para llenar toda la capacidad del molde, porque no deberán hacerse rellenos posteriores.



Para cortar los excesos de mezcla y emparejar la superficie utilizar una regla de madera.

Desmoldar con suaves sacudidas verticales.

Si al retirar el molde el adobe se deforma o se comba es porque el barro tiene mucha agua. Si el adobe se raja o se quiebra es porque el barro está muy seco.

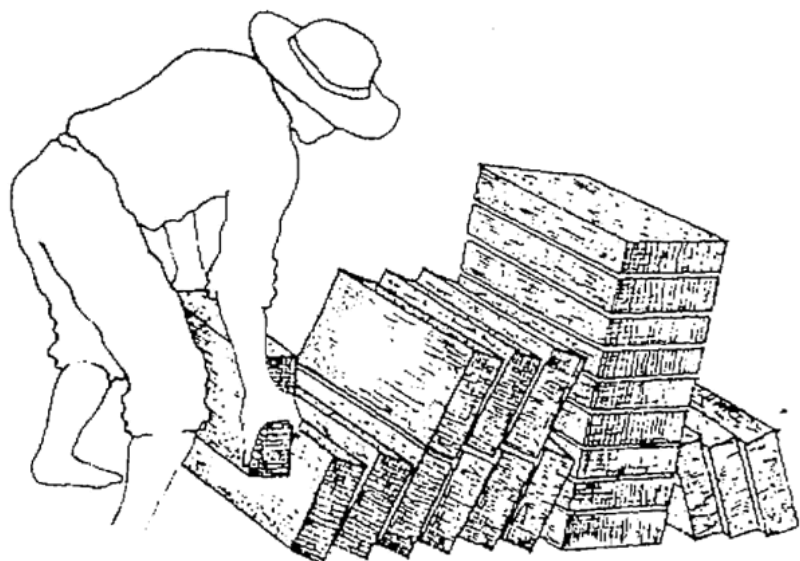
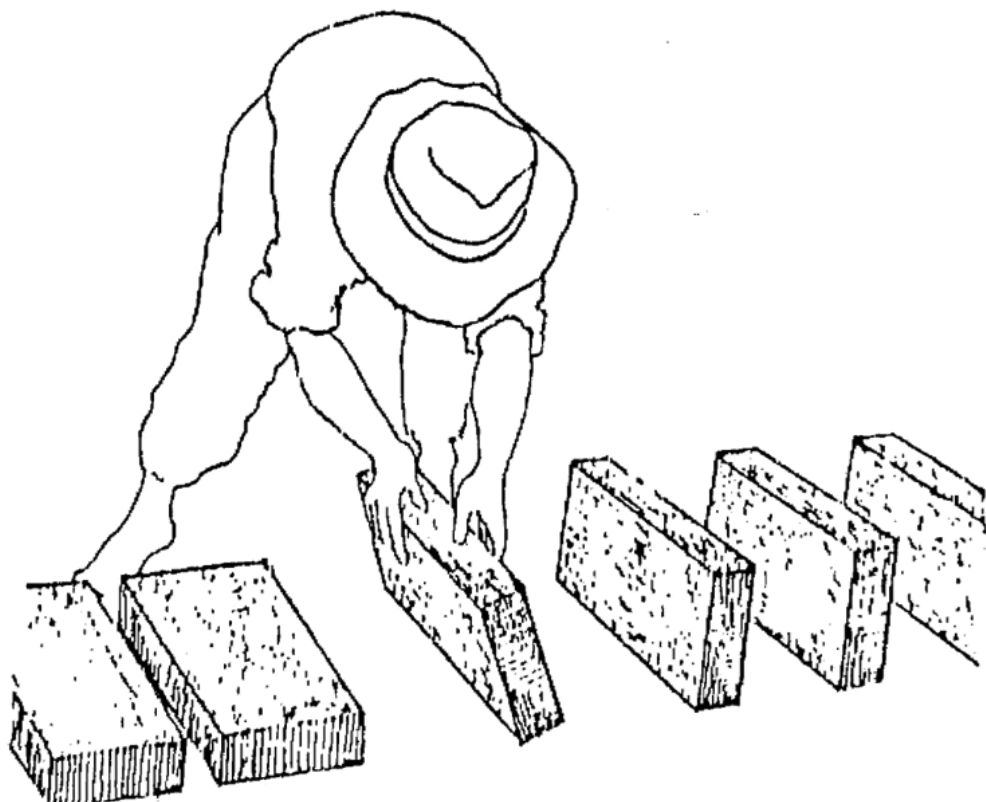


4.5 SECADO Y ALMACENAMIENTO

Para el secado de los adobes, utilizar una superficie horizontal, limpia y libre de impurezas orgánicas o sales. Este tendal deberá poder albergar la producción de una semana, tendrá que ser techado en épocas muy calurosas o lluviosas.

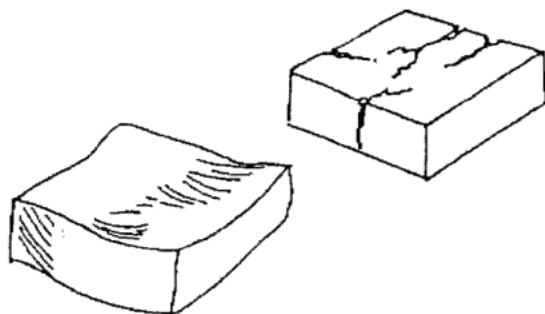
Espolvorear arena fina sobre toda la superficie del tendal para evitar que se peguen los adobes.

Luego de 3 días los adobes se podrán poner de canto y al cabo de una semana se deberán apilar.

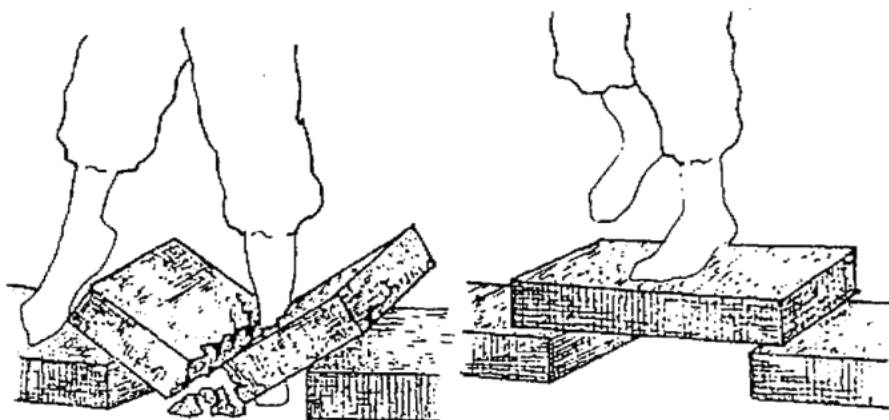


4.6 CONTROL DE CALIDAD

Si a las 4 semanas el adobe de prueba presenta grietas o deformaciones, se debe agregar paja al barro.



Si a las 4 semanas el adobe de prueba no resiste el peso de un hombre se debe agregar arcilla al barro.



5. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

5.1 UBICACION Y PREPARACION DEL TERRENO

UBICACION DEL TERRENO

El terreno de cimentación debe corresponder en lo posible a suelo firme (suelo Tipo I de las Normas Básicas de Diseño Sismo-resistente), no se construirán en suelos blandos (suelo Tipo III) ni en terrenos cuya capacidad portante sea menor de 1.5 kg/cm^2 .

Debe evitarse construir en zonas próximas a los pantanos, ríos, mar, en zonas de relleno y zonas de contacto; tampoco se construirán en zonas bajas, ni en terrenos con mucha pendiente.



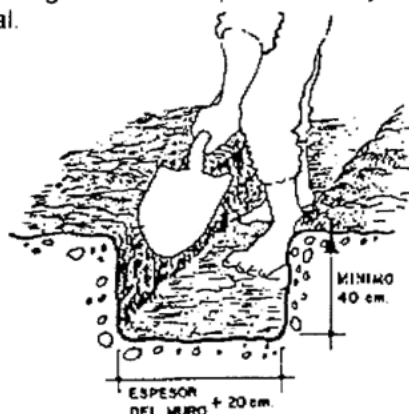
PREPARACION DEL TERRENO

Las actividades preliminares de una construcción con adobe son las comunes a toda obra: limpieza, nivelación y trazado.

5.2 CIMENTACION

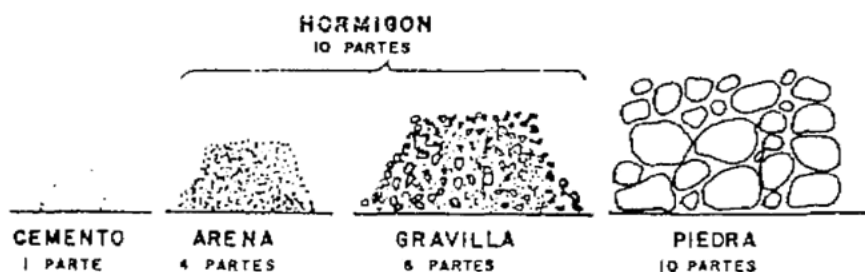
Los cimientos y sobrecimientos para los muros de adobe siguen el mismo proceso de ejecución constructiva que se realiza para una cimentación convencional.

La zanja para el cimiento debe tener una profundidad mínima de 40 cm y ser por lo menos 20 cm mas ancha que el muro a construirse.



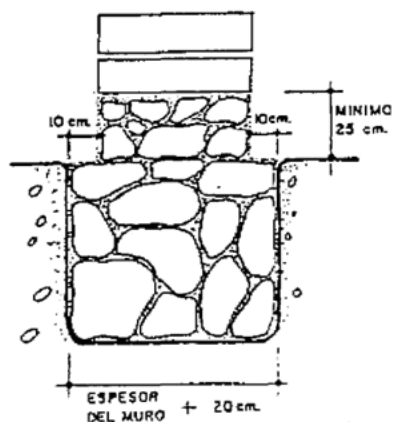
Los cimientos se deben hacer de preferencia de concreto ciclópeo. Las proporciones en volumen de los materiales que se deben utilizar son: 1 de cemento por 10 de hormigón, es decir 1 bolsa de cemento por 5 carretillas de hormigón.

Se debe añadir la mayor cantidad posible de piedra grande, que normalmente constituye la tercera parte del volumen del cimiento.

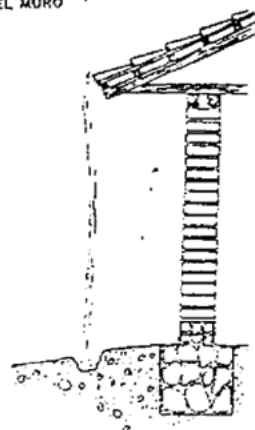


El sobrecimiento será de concreto ciclópeo y tendrá una altura mínima de 25 cm. sobre el nivel del suelo para proteger las primeras hiladas de adobe de la erosión provocada por las lluvias. Las proporciones en volumen de los materiales que se deben utilizar son: 1 de cemento por 8 de hormigón, es decir 1 bolsa de cemento por 4 carretillas de hormigón.

Para el refuerzo de los muros se pueden usar materiales locales (madera, caña u otros); estos deberán anclarse en la cimentación.



En zonas lluviosas se recomienda la construcción de un pequeño canal de 15 cm. de profundidad por 20 cm. de ancho para desaguar el agua de lluvia que cae de los techos.

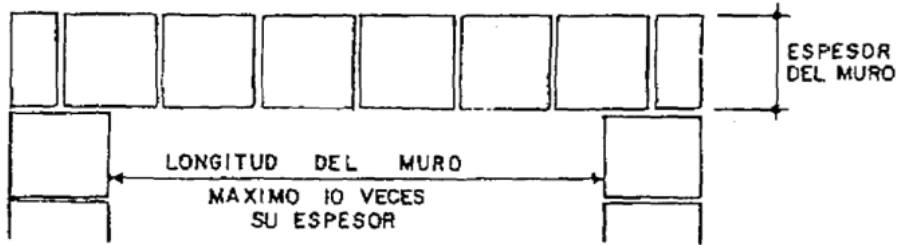


5.3 MUROS

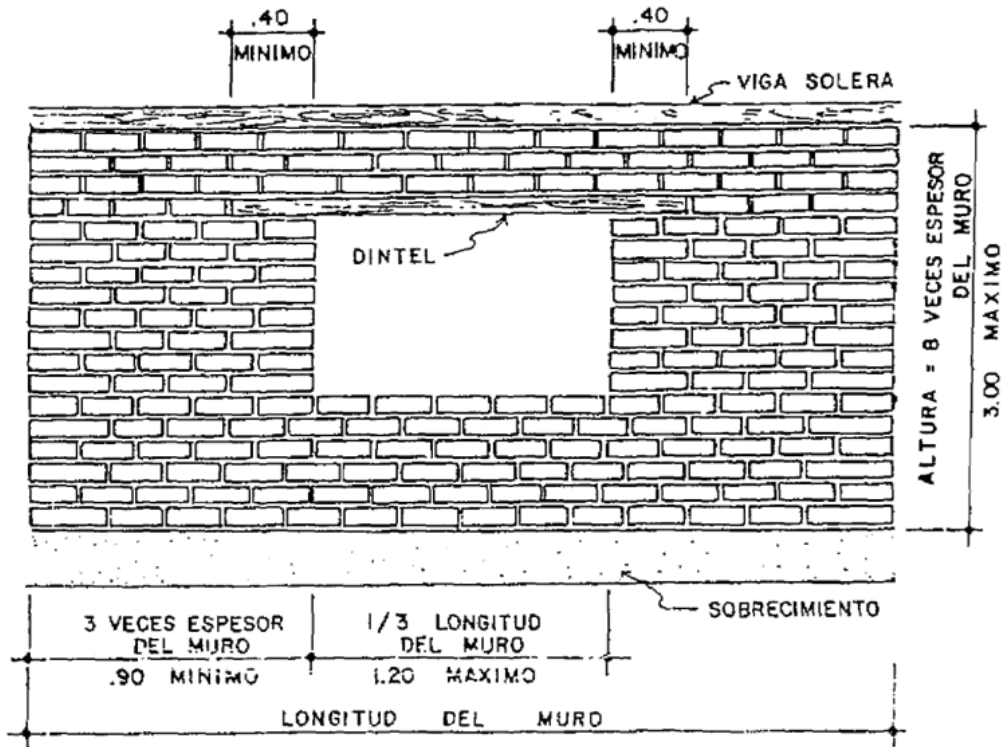
5.3.1 NORMAS BASICAS

A) CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE MUROS

La longitud de un muro tomado entre dos contrafuertes o dos muros perpendiculares a él, no debe ser mayor que 10 veces su espesor.

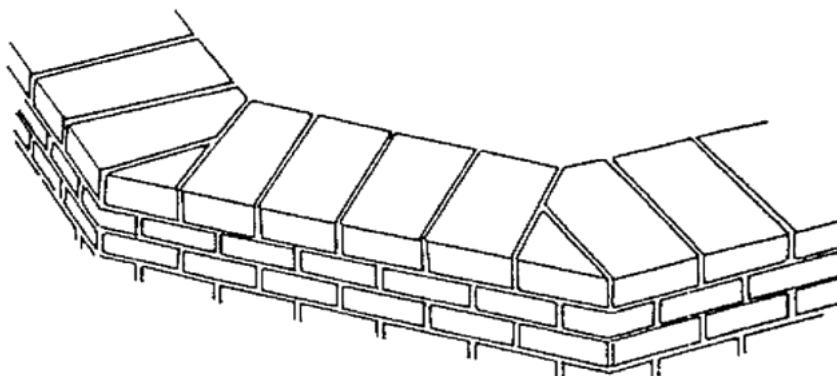


La altura máxima de los muros no debe ser mayor que 8 veces su espesor.



Todos los vanos deberán estar centrados. El ancho de un vano no debe ser mayor que 1.20 mts. La distancia entre una esquina y un vano no debe ser inferior a 3 veces el espesor del muro y como mínimo 0.90 m. La suma de los anchos de vanos en una pared, no debe ser mayor que la tercera parte de su longitud. El empotramiento de un dintel aislado no debe ser inferior a 40 cm.

No es recomendable hacer esquinas en ochavo.



B) REFUERZOS

Las construcciones de adobe serán reforzadas para resistir adecuadamente las sollicitaciones sísmicas. El refuerzo en los muros será horizontal y/o vertical.

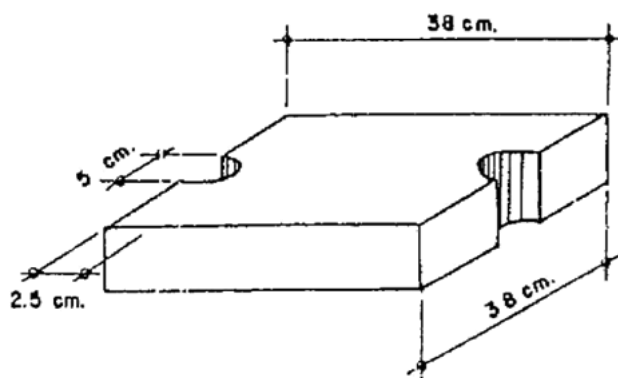
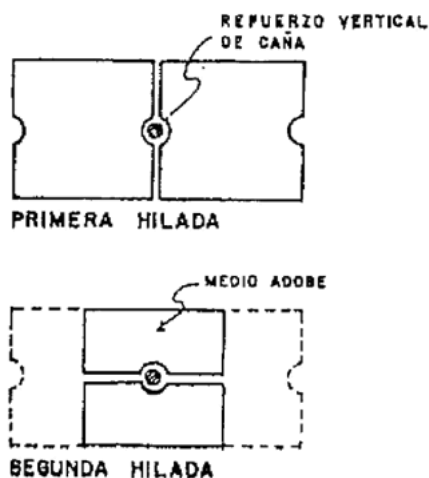
Como refuerzo horizontal de muros se puede utilizar: caña o similares en tiras colocadas horizontalmente cada 4 hiladas como máximo, cocidas en los encuentros.

Se reforzará la junta que coincide con el nivel superior e inferior de todos los vanos. Deberán coincidir los niveles superiores de los vanos (puertas y ventanas).

Como refuerzo vertical, se deberán colocar cañas ya sea en un plano central entre unidades de adobe, o en alveolos de mínimo 5 cm. de diámetro dejados en los bloques.

En ambos casos se asegurará la adherencia rellenando los vacíos con mortero.

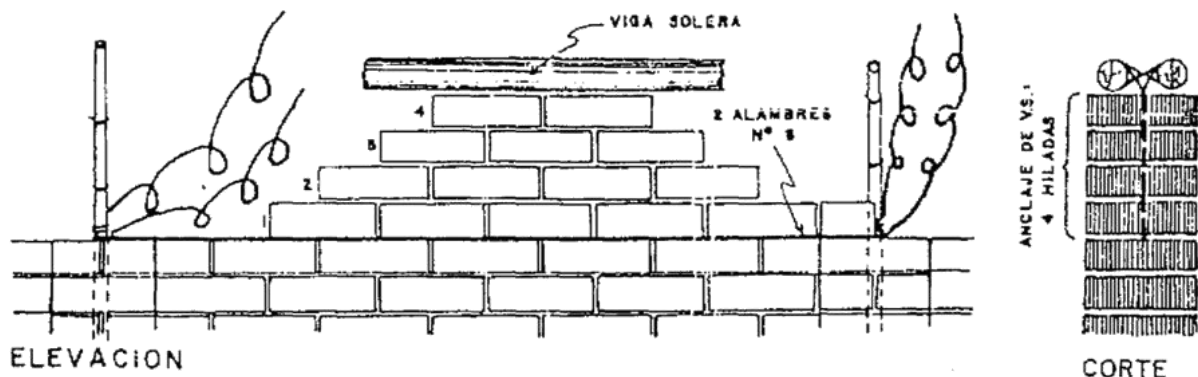
El refuerzo vertical de caña deberá estar anclado a la cimentación y fijado a la solera superior. Se usará caña madura y seca.



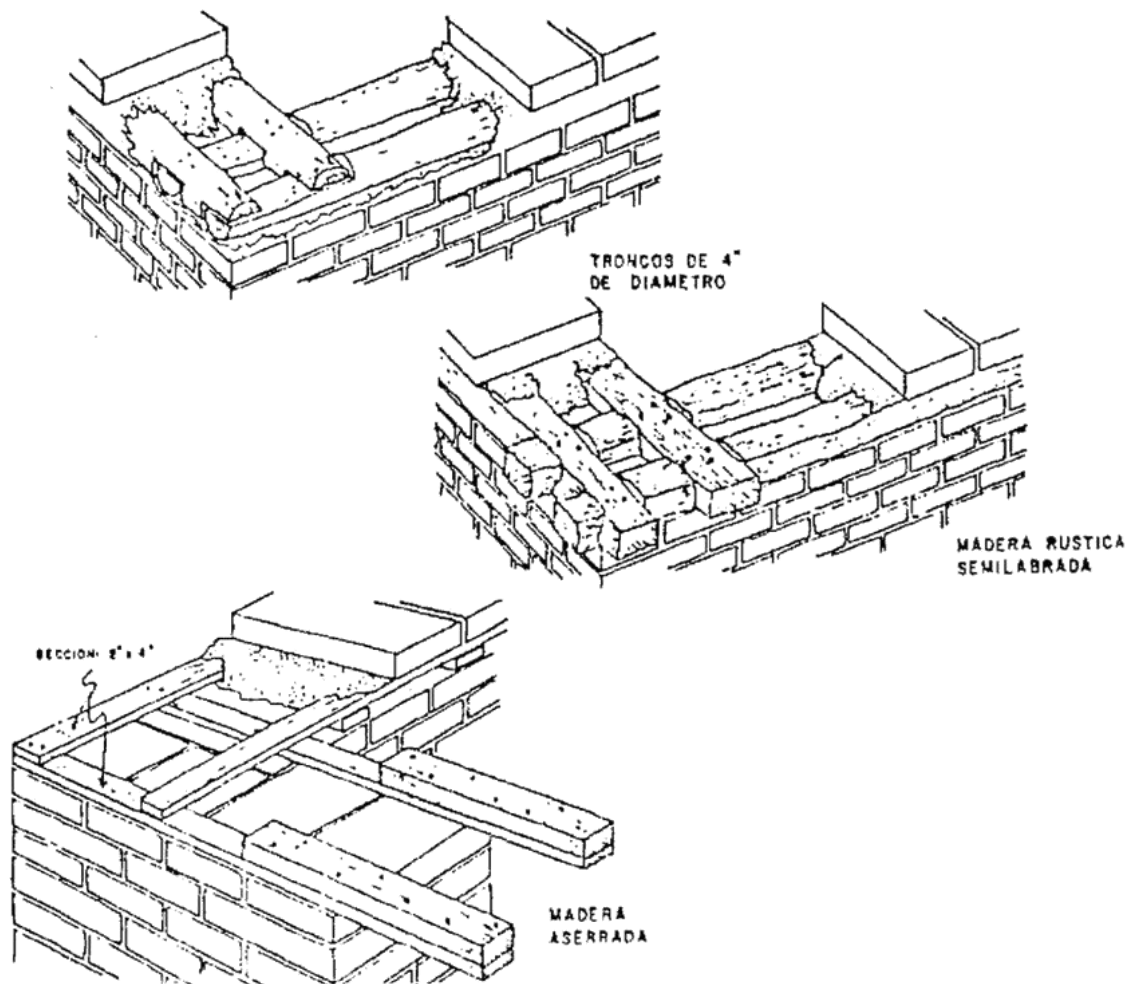
En la parte superior de los muros se colocará necesariamente una viga solera que en lo posible debe coincidir con los dinteles de puertas y ventanas.

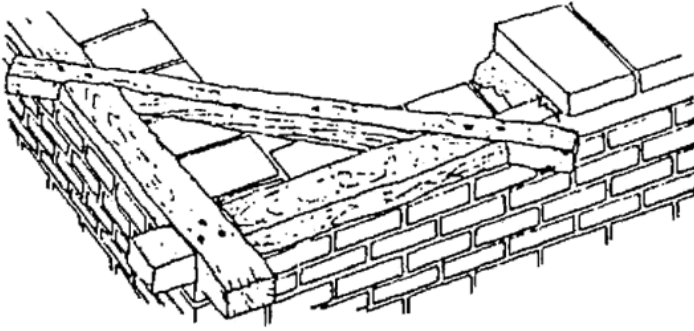
En todos los encuentros las vigas soleras en un mismo nivel estarán firmemente unidas para evitar que se abran. En los tímpanos en su parte mas alta se colocará adicionalmente otra viga solera.

La viga solera se anclará al muro. En el caso de usar refuerzos verticales, se podrá realizar el anclaje de la viga solera, tal como se muestra en la siguiente figura.

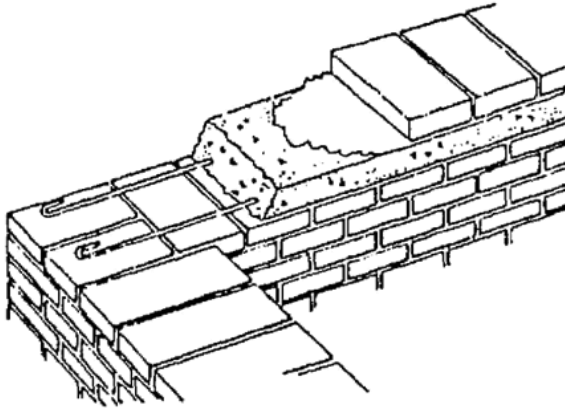


Según los materiales que se encuentren en la región, esta viga solera puede ser, tal como se muestra en la siguiente lámina.





MADERA RUSTICA SEMILAMADA CON
DIAGONALES COMO REFUERZO DE ESQUINAS



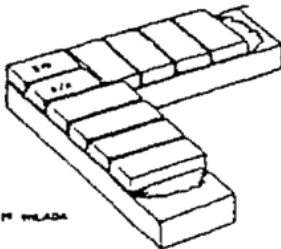
CONCRETO ARMADO

5.3.2 TIPOS DE AMARRE

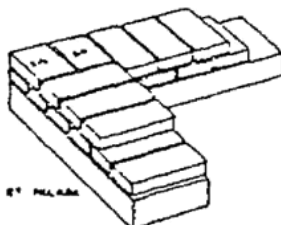
Según la forma del adobe, ya sea rectangular o cuadrado, tendremos distintos tipos de amarre. Los adobes deben quedar perfectamente trabados en todas las situaciones de encuentros de muros.

a) El amarre de cabeza se utiliza con adobes rectangulares.

ENCUENTRO EN "C"

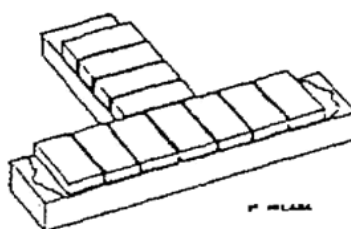


1ª FILADA

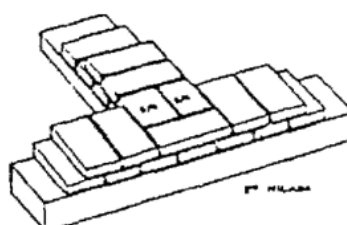


2ª FILADA

ENCUENTRO EN "T"

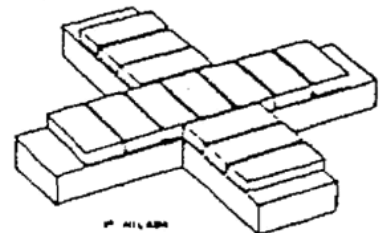


1ª FILADA

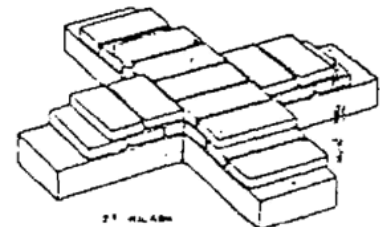


2ª FILADA

ENCUENTRO EN "X"

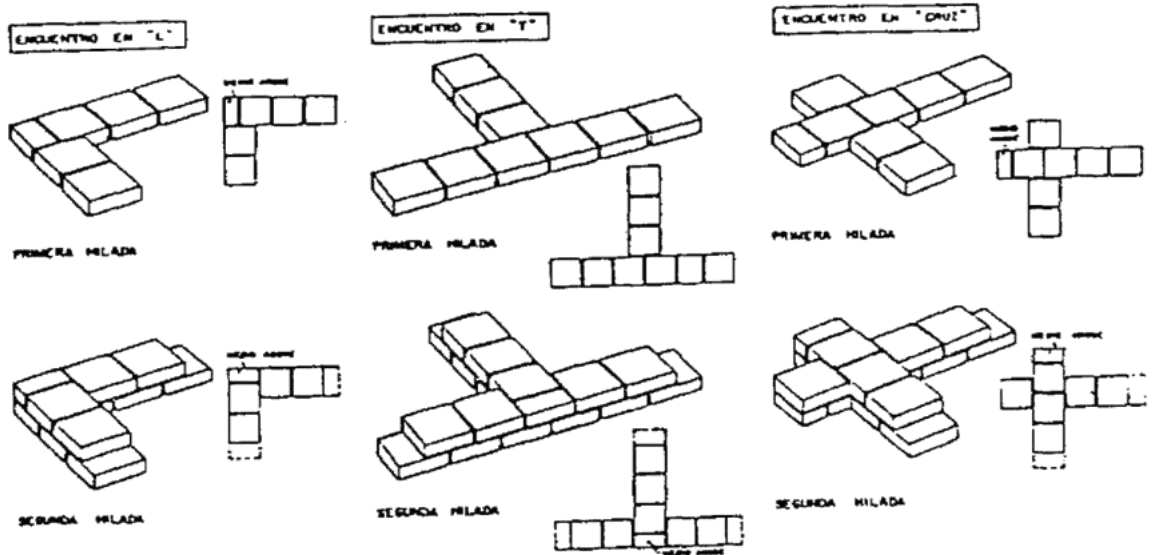


1ª FILADA



2ª FILADA

b) Con el adobe cuadrado se utiliza un solo tipo de amarre.



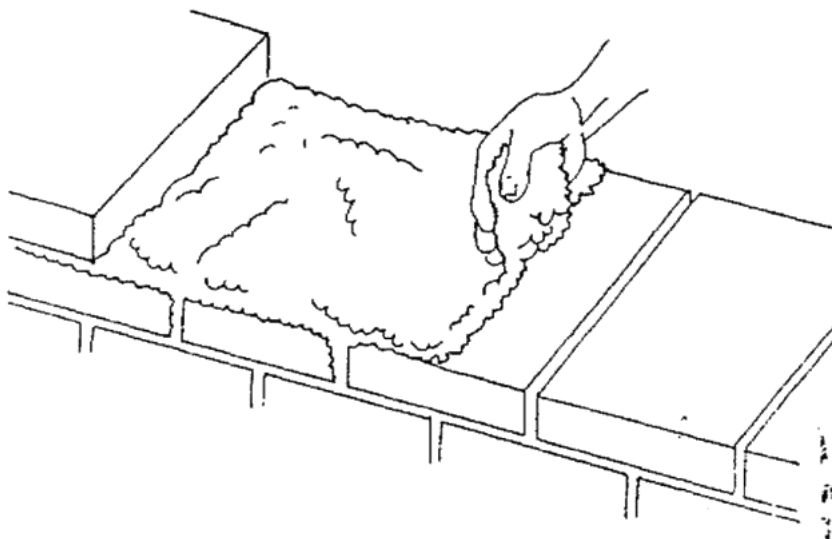
5.3.3 ALBAÑILERIA

El asentado de los adobes sigue procedimientos similares a otras albañilerías.

Los adobes deberán haber completado su proceso de secado, ser limpiados y mojados antes del asentamiento para que no absorban el agua del mortero y haya una buena adherencia entre el adobe y el mortero.

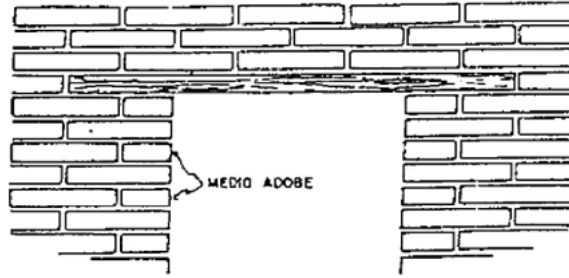
El mortero se prepara con barro y paja en forma similar a la mezcla que se utiliza para la fabricación de adobes. Las proporciones en volumen de los materiales son 1 de barro por 1 de paja o pasto seco.

Las juntas horizontales y verticales no deberán exceder de 2 cm. y deberán ser llenadas completamente.



Deberán evitarse los empalmes del refuerzo de caña; en casos indispensables tendrán una longitud mínima de 40 cm y serán asegurados con soguilla o alambre No 16.

Evitar la continuidad de juntas verticales en los vanos.

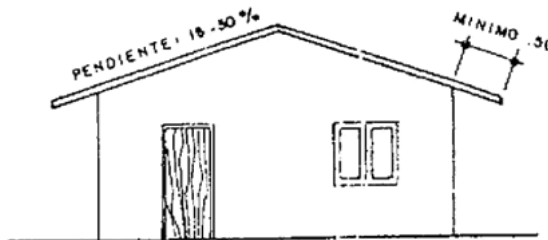


Para colocar el refuerzo horizontal de caña se distribuye la mitad de la mezcla de asentado sobre los adobes, se colocan las cañas partidas en tiras, se cubre con el resto de la mezcla y se procede a asentar los adobes de la siguiente hilada.

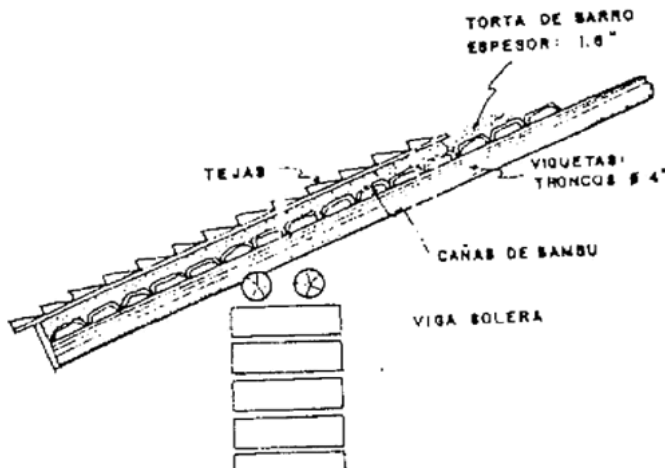
En los encuentros los refuerzos se amarran entre sí, con soguilla o alambre No. 16.

5.4 TECHOS

Se recomiendan techos de una o dos aguas. Es importante estudiar la pendiente de los techos y la longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar. La pendiente puede variar de 15 a 30% y los aleros perimetrales tendrán una longitud mínima de 50 cm. para impedir que los muros sean humedecidos por el agua de la lluvia.



Los techos deberán ser livianos. El sistema tradicional de la estructura del techo consiste en viguetas de troncos de madera apoyadas sobre la viga solera. Para luces libres de techo comprendidas entre 3.00 y 3.50 mts. se recomiendan troncos de eucalipto de 4" de diámetro con un espaciamiento de 60 a 80 cm.



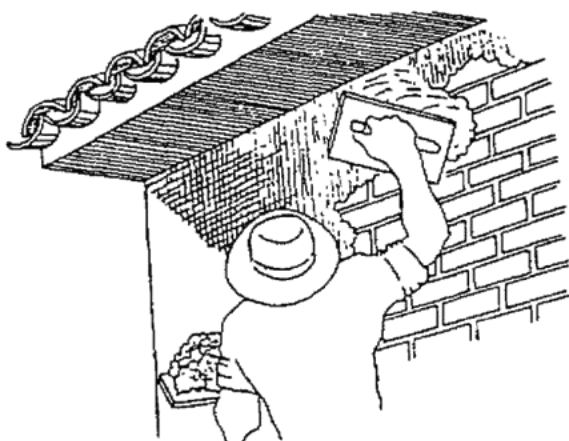
Sobre las viguetas se clavan cañas de bambu partidas y chancadas colocando la parte pulposa hacia abajo para una mejor adherencia del tarrajeo interior

Sobre las cañas se echa una torta de barro de 1 5" de espesor. El 50% del volumen de esta torta debe contener paja o pasto seco para aligerar el peso y disminuir los agrietamientos.

Para zonas lluviosas, a la torta de barro se le debe añadir asfalto en una proporción de 2% en peso, si no se utiliza asfalto deberá colocarse una cubierta de planchas de asbesto cemento o tejas.

5.5 REVESTIMIENTOS

Se recomienda el revestimiento de los muros para protegerlos de la humedad



Hay diferentes formas de revestir el muro, depende del material que se use y de la forma como se fija al muro. Por ejemplo, la tierra o el yeso se adhieren fácilmente, mientras que el cemento necesita un sistema de fijación.

El material del revestimiento debe ser semejante al material del muro para que se adhiera y no se desprenda. Se recomiendan las siguientes alternativas:

- **REVESTIMIENTO DE TIERRA**
Se utiliza el mismo barro del muro, con un 50% más de arena y el 2% en peso de paja o pasto seco. Este barro puede estabilizarse con asfalto en una proporción del 2%.
- **REVESTIMIENTO DE YESO CON CAL**
Primera capa: revestir con tierra.
Segunda capa: 1 parte de yeso, 1 parte de arena y 1/10 parte de cal.
- **REVESTIMIENTO DE TIERRA CON CAL**
Utilizar una mezcla compuesta de 5 partes de tierra y 1 parte de cal apagada.
- **REVESTIMIENTO DE TIERRA CON CEMENTO**
Utilizar tierra arenosa y mezclar 10 partes de tierra con 1 parte de cemento. Emplear un sistema de fijación, que puede ser utilizando juntas hundidas en los muros o una malla metálica (alto costo).
- **REVESTIMIENTO DE ARENA, CEMENTO Y CAL**
Utilizar una mezcla compuesta de 1 parte de cemento, 1 parte de cal y de 6 a 8 partes de arena. Emplear un sistema de fijación, ya sea una red de alambre o malla clavada.

6. RECOMENDACIONES BASICAS

LA CASA DEBE SER DE UN SOLO PISO

ENCUENTRO DE MUROS A ESCUADRA EVITAR OCHAVOS.

VANOS ALEJADOS DE LA ESQUINA UNA DISTANCIA IGUAL A 3 VECES EL ESPESOR DEL MURO Y COMO MINIMO .90 m.

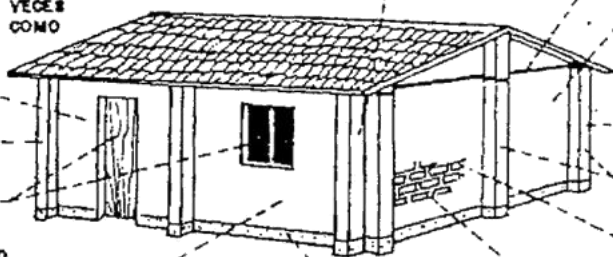
MUROS BAJOS. ALTURA 8 VECES SU ESPESOR.

VANOS DE PUERTAS Y VENTANAS CHICOS.

LARGO DE MUROS. MAXIMO 10 VECES SU ESPESOR.

BUENA UBICACION DE LA CASA

BUENOS AMARRES EN LOS MUROS.



USAR VIGA COLLAR.

USAR REFUERZOS HORIZONTALES DE CAÑA CADA 4 MILADAS.

USAR REFUERZOS VERTICALES DE CAÑA EN LOS ENCUENTRO DE MUROS.

USAR MOCHETAS Y CONTRAFUERTES.

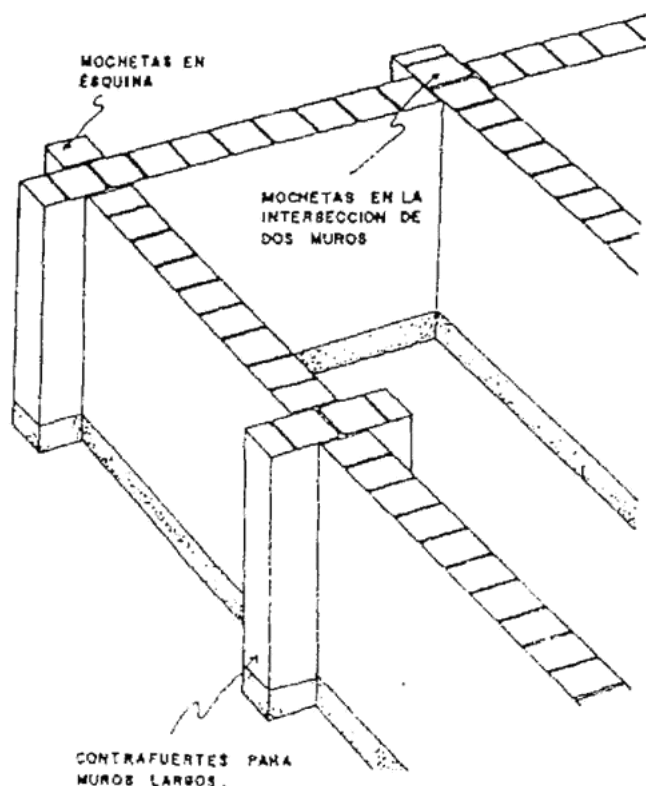
BUENA CALIDAD Y Poca ALTURA DEL ADOBE.

BUENA TRABA ENTRE ADOBES Y JUNTAS VERTICALES ALTERNADAS.

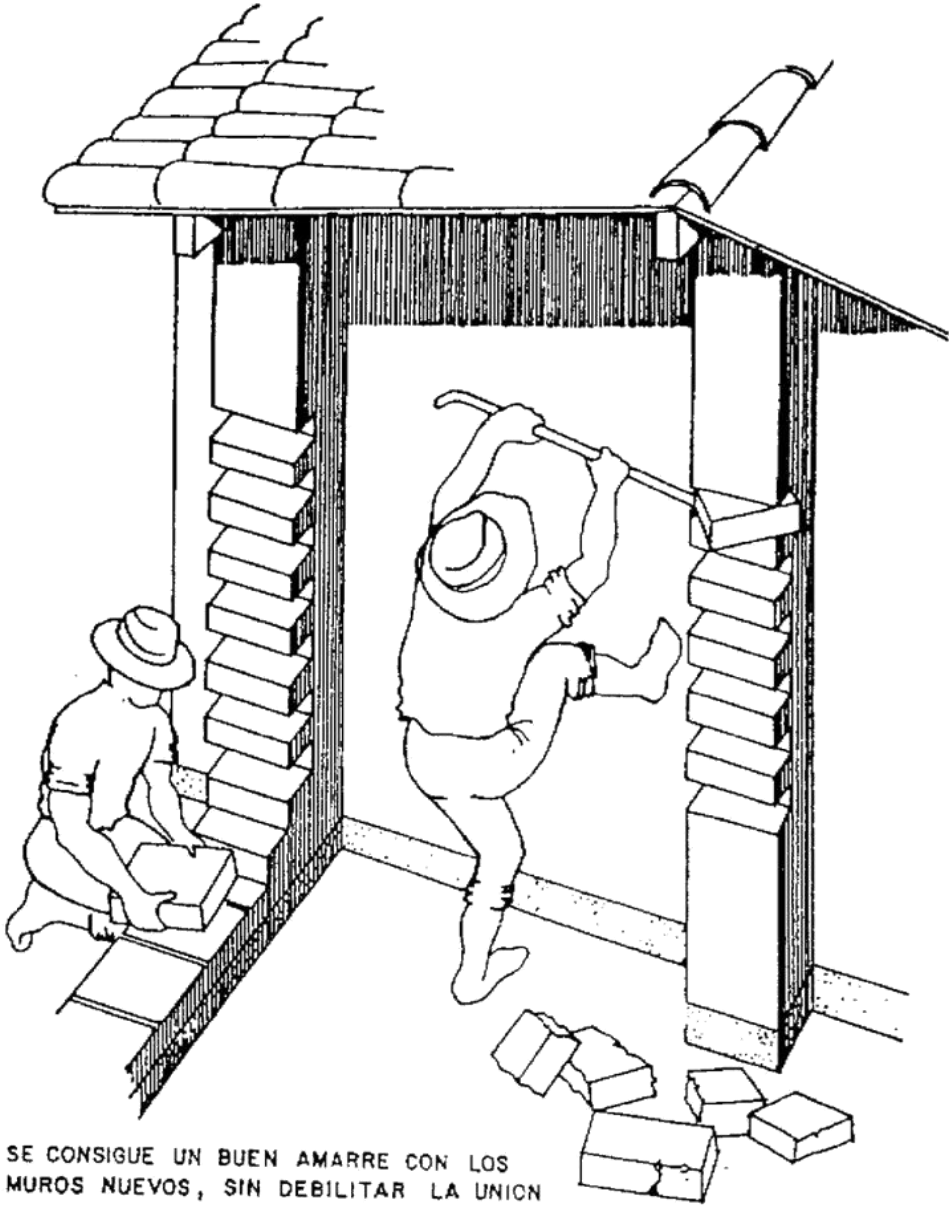
USAR CIMIENTO [Prof. Min. 40 cm.] Y SOBRECIMIENTO [Altura Min. 25 cm.]

2. De preferencia se debe utilizar adobes cuadrados porque conducen a una solución simple de amarre de encuentros de muros; y permite la incorporación de mochetas, que es una solución para conseguir una mayor longitud de anclaje del refuerzo horizontal; y de contrafuertes, que es una solución para arriostramientos de muros largos.

La longitud mínima de la mocheta será igual al espesor del muro.



Estos contrafuertes facilitan la futura ampliación de la vivienda



SE CONSIGUE UN BUEN AMARRE CON LOS
MUROS NUEVOS, SIN DEBILITAR LA UNION
O LA ESQUINA DE LOS MUROS ANTIGUOS.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- YAMASHIRO K., Ricardo
SANCHEZ O., Alejandro
MORALES M., Roberto
1977
Diseño Sísmico de construcciones de Adobe y Bloque Estabilizado.
Primera Parte: Propuesta de Normas de Diseño de Construcciones de Adobe y Bloque Estabilizado. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- 2.- MORALES M., Roberto
SANCHEZ O., Alejandro
YAMASHIRO K., Ricardo
1977
Diseño Sísmico de construcciones de Adobe y Bloque Estabilizado.
Segunda Parte: Un procedimiento de Diseño de Construcciones de Adobe. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- 3.- RENGIFO Z., Luis
1985
La Construcción con Tierra. Trabajo de Investigación: el Adobe, la Quincha y el Tapial. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- 4.- IRALA C., Carlos
1985
Structural Performance of Adobe Buildings. Bulletin of International Institute of Seismology and Earthquake Engineering. Tsukuba, Japón.
- 5.- CRYRZA
MINISTERIO DE VIVIENDA
1971
Manual para la Construcción de Viviendas de Adobe. M. V. C. - Proyecto Experimental de de Vivienda (PREVI) - Naciones Unidas. Publicado por la Oficina Nacional de Desarrollo Comunal - Dirección de Promoción.
- 6.- HAYS, Alain
MATUK, Silvia
1979
Tecnologías de Construcción con Tierra sin cocer. Albañilería Armada de Bloques de Tierra prensados. Convenio CRATERRE ININVI. Lima, Perú.
- 7.- MINISTERIO DE VIVIENDA
Y CONSTRUCCION
1979
Adobe: Diseño y Construcción.
Manual Técnico de la Oficina de Investigación y Normalización (OIN). Lima, Perú.

Editores: **Ing. Antonio Campos Sigüenza**
 CISMID-FIC-UNI

Ing. Oscar Vásquez Huamani
CISMID-FIC-UNI

AV. TUPAC AMARU S/N PUERTA N° 7 CAMPUS UNI - LIMA 28 - PERU
APARTADO 1301 - LIMA 100 - P/O BOX 1301. Tel/Fax: 819170

Impreso en Talleres Gráficos de Victor Castillo M.
Ir Andalucía 281 - A Pueblo Libre- Lima. Tel: 617659

ANEXO 07: PLANO DE UBICACIÓN

ANEXO 08: PROGRAMA DE SENSIBILIZACIÓN

PROGRAMA DE SENSIBILIZACIÓN

Objetivo del Programa

- Brindar información y capacitar a la población del Distrito de Moche – Trujillo, Sobre cómo elaborar ladrillos artesanales de arcilla cocida, adicionándole aserrín, este agregado se reutilizará ya que es un desperdicio en la zona de estudio y a la vez es un agente contaminante para el agua y el suelo, ello con la finalidad de mejorar la resistencia a la compresión en los ladrillos.

Descripción del Programa

El presente programa se realizará en 3 etapas el mismo en el que se detallará a continuación:

1. Etapa Publicidad:

- La primera etapa consiste en realizar la publicidad del proyecto en el distrito de Moche - Trujillo, donde nos apoyaremos a través de volantes, perifoneo, gigantografía y trípticos; Estas actividades se desarrollarán durante la primera semana dentro del Cronograma de Proyecto.

2. Etapa Charla de capacitación:

- En la segunda etapa se procederá a desarrollar la Charla de sensibilización, el tema a desarrollar es la elaboración de ladrillos artesanales de arcilla cocida, con la adición de aserrín, este agregado será reutilizado con la finalidad de aumentar su resistencia en los ladrillos, para dicha capacitación se contará con un profesional especializado en el tema Mg. Luis Alva Reyes y el Investigador Juan Carlos Olave, se realizará de manera didáctica y con un lenguaje sencillo para el entendimiento de la población. ; Estas actividades se desarrollarán durante la segunda semana dentro del Cronograma de Proyecto.

3. Etapa Exposición de Resultados:

- En la tercera etapa se realizará la exposición de resultados, donde se explicará las bondades más importantes del ladrillo, como la de aislante térmico, la reutilización de un material (aserrín) y buena resistencia a la compresión, Estas actividades se desarrollarán durante la tercera semana dentro del Cronograma de Proyecto.

Cronograma del Programa

		1 SEMANA							2 SEMANA							3 SEMANA																
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D										
1°	Publicidad, volantes, perifoneo, gigantografía y trípticos.	■																														
2°	Charla y capacitación de Sensibilización por parte del Investigador y de un Profesional especializado en el tema.							■						■																		
3°	Exposición de Resultados																															

A continuación se expondrán las 3 etapas del Programa de Sensibilización.

1. Primera Etapa: Publicidad

Se presenta a continuación la publicidad, mediante Volantes y trípticos.

Volante

Gran Charla de Sensibilización En el Distrito de Moche

INGRESO LIBRE

Tema:

Elaboración de ladrillos artesanales de arcilla cocida, con la adición de aserrín (agregado reutilizado), para mejorar la resistencia a la compresión del ladrillo.

Ponentes:
Mg. Alva Reyes
Estudiante. Juan Carlos Olave

Duración: 1 Semana (Lunes – Jueves – Domingo)

Dirección: Ladrillera Sanchez Cruce el Gallo Predio
03475 Sector los Tallos

Dirigida: Público en General

Tríptico



Facultad de Ingeniería
Escuela Académico
Profesional de Ingeniería Civil

Charla de
Sensibilización
En el Distrito de Moche



Autor:
Olave Cortez Juan Carlos

Asesor:
Mg. Sotelo Urbano
Johanna del Carmen

Cronograma de Charla de Sensibilización

Etapas	1 SEMANA							2 SEMANA							3 SEMANA						
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
1ª																					
2ª																					
3ª																					

Desarrollo Charla de Sensibilización:

Primer Paso:

Extracción de Materia Prima



Arcilla – Aserín

Segundo Paso:

Transporte de la Materia Prima



Tercer Paso: Caracterización del Suelo

Manual para la construcción de viviendas de adobe

Prueba Granulométrica

Agregar agua a una botella y luego de esto verter el suelo a analizar, agitar bien y dejar reposar 24 horas.

Cantidad de arena debe fluctuar entre 1.5 a 3 veces la cantidad de limos y arcillas para que sea un suelo adecuado

Prueba de Plasticidad

Ing. Roberto Morales

Consiste en formar con suelo humedecido un rollo de aproximadamente 1.5 cm de diámetro, suspenderlo en el aire y medir la longitud del extremo que se rompe.

Cuarto Paso: Elaboración del Ladrillo

A. Móide

Largo - Ancho - Alto (21 x 14 x 9.5)

B. Roseado de Arena sobre Móide

Arena Fina utilizada para que la mezcla no se adhiera al molde.

C. Mezcla

La mezcla es (70 % de Suelo Areno Arcilloso + 30 % de Arcilla). Se le adicionó a la mezcla el Aserrín en porcentajes de 0%, 3%, 5% y 7%, peso del ladrillo promedio es de 5560.8 gramos.

D. Amasado de Mezcla

Se realiza una bolita con la mezcla y se le amasa sobre arena fina para que tome la forma requerida luego se verte sobre los moldes.

E. Vaciado de Mezcla

Se hace el vaciado de la mezcla sobre los moldes, hasta llenarlos al 100%.

F. Enrasado

Se le rosca arena fina a la Regla de madera para que no se pegue el material, luego se enrasa y se retira el sobrante del molde.

P. Ensayo de Compresión

Prensa Digital

Manipulación de la Llave para ejercer presión

Selección de las Dimensiones de los Ladrillos

Estado del ladrillo inicial

Toma de Datos

Falla del Ladrillo Artesanal

Exposición de Resultados:

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		PESO DE ASERRIN (E) : 0	
PESO PROMEDIO INICIAL (E): 5560.8		PORCENTAJE DE ASERRIN: 0%	
MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN daN/cm ²	Mpa	Kgf/cm ²
N° 01	61.60	6.16	62.83
N° 02	61.45	6.15	62.68
N° 03	61.52	6.15	62.75
N° 04	61.66	6.17	62.89
N° 05	61.48	6.15	62.71
PROMEDIO	61.54	6.15	62.77
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		PESO DE ASERRIN (E) : 106.82	
PORCENTAJE DE ASERRIN: 3%			
MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN daN/cm ²	Mpa	Kgf/cm ²
N° 01	61.48	6.15	62.71
N° 02	61.40	6.14	62.63
N° 03	61.35	6.14	62.58
N° 04	61.41	6.14	62.64
N° 05	61.42	6.14	62.65
PROMEDIO	61.41	6.14	62.64
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		PESO DE ASERRIN (E) : 278.04	
PORCENTAJE DE ASERRIN: 5%			
MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN daN/cm ²	Mpa	Kgf/cm ²
N° 01	61.10	6.11	62.32
N° 02	61.03	6.10	62.25
N° 03	61.08	6.11	62.30
N° 04	60.99	6.10	62.21
N° 05	60.05	6.01	61.25
PROMEDIO	60.85	6.09	62.07
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		PESO DE ASERRIN (E) : 389.26	
PORCENTAJE DE ASERRIN: 7%			
MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN daN/cm ²	Mpa	Kgf/cm ²
N° 01	60.18	6.02	61.38
N° 02	60.15	6.02	61.35
N° 03	60.26	6.03	61.47
N° 04	60.35	6.04	61.56
N° 05	60.20	6.02	61.40
PROMEDIO	60.23	6.02	61.43

2. Segunda Etapa: Charla y Capacitación de Sensibilización

A continuación se Presentará paso a paso la Elaboración de un Ladrillo de Arcilla cocida con la Adición de Aserrín:

Primer Paso:

Extracción de Materia Prima



Arcilla – Aserrín

Segundo Paso:

Transporte de la Materia Prima



Tercer Paso:

Caracterización del Suelo para la Elaboración de Ladrillos
Tipo de Suelo Areno Arcilloso

A. Prueba Granulométrica:

Manual para la construcción de viviendas de adobe

Prueba Granulométrica

TIERRA

AGUA

TIERRA

AGUA

LIMO Y ARCILLA

ARENA

Agregar agua a una botella y luego de esto verter el suelo a analizar, agitar bien y dejar reposar 24 horas.

Cantidad de arena debe fluctuar entre 1.5 a 3 veces la cantidad de limos y arcillas para que sea un suelo adecuado.

Muestra	Arena cm	Arcilla y Limo cm	Agua litros
600 gramos	9 cm	3 cm	½ L

A. Desarrollo de P. Granulométrica:



Muestra	Granulometría	
	Arena cm	Arcilla y Limo cm
M1	6 cm	3 cm
M2	5 cm	3.2 cm
M3	5 cm	2.6 cm

B. Prueba de Plasticidad:

Prueba de Plasticidad

Ing. Roberto Morales

Consiste en formar con suelo humedecido un rollo de aproximadamente 1.5 cm de diámetro, suspenderlo en el aire y medir la longitud del extremo que se rompe.

0 cm - 5 cm	Tierra Arenosa	Inadecuada
5 cm - 15 cm	Tierra Arcillo Arenosa	Adecuada
15 cm a mas	Tierra Arcillosa	Inadecuada

B. Desarrollo de P. Plasticidad:



Muestra	Plasticidad
	Tamaño del rollo 1.5 Ø
M1	10 cm
M2	9.5 cm
M3	11 cm

C. Prueba de Resistencia:

Prueba de Resistencia

cuando el disco se aplasta fácilmente posee baja resistencia, cuando el disco se aplasta con dificultad o rompe con un sonido seco posee alta resistencia y es un suelo adecuado.

Consiste en elaborar un disco o una bolita de unos 3 cm de diámetro con el suelo humedecido, dejarlos secar 48 horas y luego tratar de romperlos presionándolos con los dedos.

San Bartolomé

Discos 3 cm Ø * 1.5 espesor			
M	Cuando el disco se aplasta fácilmente	Baja Resistencia	Inadecuada
M	Cuando el disco se aplasta con dificultad o se rompe con un sonido seco	Media o Alta Resistencia	Adecuada

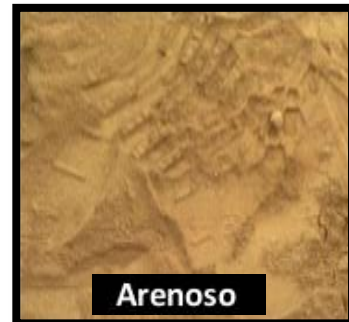
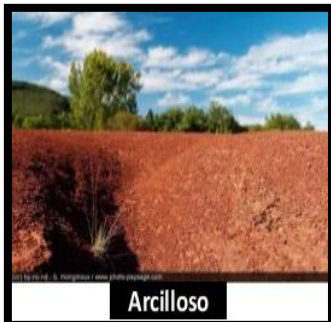
C. Desarrollo de P. Resistencia:



Muestra	Resultados	Resistencia	
M1	Se aplasto con Dificultad	Media	Adecuada
M2	Se aplasto con Dificultad	Media	Adecuada
M3	Se aplasto con un sonido Seco	Alta	Adecuada
M4	Se aplasto con Dificultad	Media	Adecuada
M5	Se aplasto con un sonido Seco	Alta	Adecuada

Cuarto Paso:

Reconocimiento de Tipos de Suelos



Quinto Paso:

Elaboración de Ladrillos

A. Molde



Largo - Ancho - Alto (21 x 14 x 9.5)

B. Roseado de Arena sobre Molde



Arena Fina utilizada para que la mezcla no se adhiera al molde.

C. Mezcla



La mezcla es (70 % de Suelo Areno Arcilloso + 30 % de Arcilla), Se le adicionó a la mezcla el Aserrín en porcentajes de 0%, 3%, 5% y 7%, peso del ladrillo promedio es de 5560.8 gramos.

D. Amasado de Mezcla



Se realiza una bolita con la mezcla y se le amasa sobre arena fina para que tome la forma requerida luego se verte sobre los moldes.

E. Vaciado de Mezcla



Se hace el vaciado de la mezcla sobre los moldes, hasta llenarlos al 100%.

F. Enrasado



Se le rosea arena fina a la Regla de madera para que no se pegue el material, luego se enrasa y se retira el sobrante del molde.

G. Ladrillo compactado y Enrasado



La mezcla se vertió sobre el molde llenándolo al 100 %, sin obtener pequeños huecos gracias al compactado con las manos y el enrasado.

H. Reposo del Ladrillo para su Secado



Se dejó reposar el Ladrillo sobre una cama de arena fina.

I. Retoque del Ladrillo



Después de haber retirado el molde, se da la vuelta a este mismo y se genera una presión contra los ladrillos para que así quede más uniforme y reafirme su textura.

J. Secado del Ladrillo



Se deja Secar Durante 7 días aproximadamente y se cambia de lado para que el secado sea parejo.

K. Medición Inicial de los Ladrillos



Medición de todos los lados de los ladrillos artesanales secos, previos a la cocción.

L. Traslado al Horno Artesanal



Se deja a Cocción a temperatura aproximada de 1000 °C durante 8 días.

M. Materiales Utilizados para la Cocción



Briquetas y Carbón

N. Aplicación de Materiales en el horno para la Cocción



Roseado de Carbón y aplicación de las briquetas

Ñ. Verificación de la Cocción de los ladrillos



Vista de la parte superior del Horno, y perforación del Horno en la parte inferior para que pueda fugar el calor y verificar la correcta Cocción.

O. Medición Final de Ladrillos



Medición ultima de los Ladrillos Artesanales, toma de datos para luego realizar el ensayo de variación dimensional.

P. Ensayo de Compresión



Prensa Digital



Selección de las Dimensiones de los Ladrillos



Manipulación de la Llave para ejercer presión



Estado del ladrillo Inicial



Falla del Ladrillo Artesanal



Toma de Datos

3. Tercera Etapa: Exposición de Resultados

Ensayo de Compresión

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				PORCENTAJE DE ASERRÍN: 5%		PESO DE ASERRÍN (g) : 278.04	
PESO PROMEDIO INICIAL (g): 5560.8				RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 0%		PESO DE ASERRÍN (g) : 0		daN/cm ²	Mpa	Kgf/cm ²	
MUESTRA							
N° 01	61.60	6.16	62.83	61.10	6.11	62.32	
N° 02	61.45	6.15	62.68	61.03	6.10	62.25	
N° 03	61.52	6.15	62.75	61.08	6.11	62.30	
N° 04	61.66	6.17	62.89	60.99	6.10	62.21	
N° 05	61.48	6.15	62.71	60.05	6.01	61.25	
PROMEDIO	61.54	6.15	62.77	60.85	6.09	62.07	
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 3%		PESO DE ASERRÍN (g) : 166.82		daN/cm ²	Mpa	Kgf/cm ²	
MUESTRA							
N° 01	61.48	6.15	62.71	60.18	6.02	61.38	
N° 02	61.40	6.14	62.63	60.15	6.02	61.35	
N° 03	61.35	6.14	62.58	60.26	6.03	61.47	
N° 04	61.41	6.14	62.64	60.35	6.04	61.56	
N° 05	61.42	6.14	62.65	60.20	6.02	61.40	
PROMEDIO	61.41	6.14	62.64	60.23	6.02	61.43	

En la tabla se puede observar que todos los ladrillos pasan el mínimo exigido por la Norma Técnica Peruana 331.017, es decir superan los 60 daN/cm²; A la vez se puede observar que conforme aumenta el porcentaje de aserrín adicionado de 0%, 3% 5% y 7%, la resistencia a la compresión disminuye, siendo el valor en el último porcentaje (7%) muy cercano al valor mínimo exigido, es decir que si aumentamos más el porcentaje de aserrín adicionado es posible que la resistencia a la compresión no supere las exigencias de la norma, y el porcentaje optimo es de 3%.

Ensayo de Variación Dimensional

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LOS LADRILLOS CON DISTINTOS PORCENTAJES DE ASERRÍN				
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 0%				
Largo (cm):	21	Ancho (cm):	14	Altura (cm): 9.5
MUESTRA	Peso (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
N° 01	5560	20.7	13.8	9.3
N° 02	5545	20.6	13.9	9.4
N° 03	5555	20.5	13.7	9.4
N° 04	5540	20.8	13.7	9.3
N° 05	5604	20.8	13.8	9.2
PROMEDIO	5560.8	20.7	13.8	9.3
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		1.5	1.6	1.9
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 3%				
Largo (cm):	21	Ancho (cm):	14	Altura (cm): 9.5
MUESTRA	Peso (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
N° 01	5522	20.6	13.6	9.3
N° 02	5545	20.5	13.7	9.4
N° 03	5508	20.7	13.6	9.3
N° 04	5601	20.7	13.6	9.3
N° 05	5590	20.4	13.7	9.2
PROMEDIO	5553.2	20.6	13.7	9.3
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		1.9	2.1	2.1
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 5%				
Largo (cm):	21	Ancho (cm):	14	Altura (cm): 9.5
MUESTRA	Peso (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
N° 01	5499	20.5	13.6	9.2
N° 02	5514	20.6	13.5	9.3
N° 03	5520	20.5	13.6	9.3
N° 04	5508	20.6	13.7	9.3
N° 05	5524	20.7	13.6	9.3
PROMEDIO	5513	20.6	13.6	9.3
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		1.9	2.9	2.1
PORCENTAJE DE ASERRÍN: 7%				
Largo (cm):	21	Ancho (cm):	14	Altura (cm): 9.5
MUESTRA	Peso (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
N° 01	5512	20.4	13.5	9.2
N° 02	5513	20.5	13.4	9.1
N° 03	5511	20.5	13.5	9.3
N° 04	5511	20.6	13.6	9.2
N° 05	5512	20.5	13.5	9.2
PROMEDIO	5511.8	20.5	13.5	9.2
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)		2.4	3.6	3.2

En la tabla, se observa en los resultados por cada porcentaje de aserrín adicionado de 0%, 3%, 5% y 7%, se cumple con lo exigido en la norma, es decir la variación dimensional tanto de largo, ancho y altura de los ladrillos por cada porcentaje de aserrín se encuentra dentro del porcentaje máximo exigido en la Norma Técnica Peruana 331.017, Por otro lado en la tabla se observa que conforme aumenta el porcentaje de aserrín, aumenta la variación dimensional sin llegar al máximo permitido en la norma; El porcentaje de aserrín idóneo que no afecta las dimensiones de los ladrillos es el 3%.

Encuesta de Satisfacción de Programa de Sensibilización

INSTRUCCIÓN:

Esta encuesta está dirigida a conocer cuan satisfecho – satisfecha se encuentra con los temas expuestos en el Distrito de Moche, en búsqueda de la mejora

Nombres y Apellidos: _____

Domicilio: _____

Fecha: _____

Indique su grado de satisfacción: (Marque con una x)

ITEMS	Nivel de Satisfacción		
	Muy Satisfecho	Satisfecho	Poco Satisfecho
1. Coordinación con la Municipalidad de Moche, para la Charla de Sensibilización.			
2. Charla de Sensibilización sobre la Elaboración del ladrillo artesanal de arcilla cocida con adición de aserrín.			
3. Formalización de los datos expuestos (Tablas, trípticos)			
4. Se encuentra satisfecho (a) con la charla brindada.			

5. Participaría Ud. En otro proyecto de Investigación.

Si ()

No ()

¿Por qué? _____

6. Sugiera Ud. La idea de un proyecto de Investigación factible que se pueda realizar más adelante por parte de los estudiantes de Ingeniería Civil.

REGISTRO DE ASISTENCIA

Charla de sensibilización: 3 Semanas de Duración

N°	Nombres y Apellidos	Edad	sexo		Datos de Referencia	Firma	Firma	Firma
			F	M		1° Sesión	2° Sesión	3° Sesión
01					Dirección: _____ _____ Teléfono: _____ _____ Correo: _____ _____			
02					Dirección: _____ _____ Teléfono: _____ _____ Correo: _____ _____			
03					Dirección: _____ _____ Teléfono: _____ _____ Correo: _____ _____			
04					Dirección: _____ _____ Teléfono: _____ _____ Correo: _____ _____			
05					Dirección: _____ _____ Teléfono: _____ _____ Correo: _____ _____			
06					Dirección: _____ _____ Teléfono: _____ _____ Correo: _____ _____			
07					Dirección: _____ _____ Teléfono: _____ _____ Correo: _____ _____			

ANEXO 09: PANEL FOTOGRAFÍCO

ANEXO 9: Panel Fotográfico



FOTO N° 01: ENSAYO DE GRANULOMETRÍA EN CAMPO
(PRUEBA DE LA BOTELLA).



FOTO N° 02: ENSAYO DE GRANULOMETRÍA EN CAMPO
(PRUEBA DE LA BOTELLA), MEDICIÓN DE ARENA,
ARCILLA Y LIMOS.



FOTO N° 03: EXTRAYENDO UN POCO DE MATERIAL PARA ENSAYOS EN CAMPO.



FOTO N° 04: ENSAYO DE PLASTICIDAD EN CAMPO (PRUEBA DEL ROLLO).



FOTO N° 05: ENSAYO DE PLASTICIDAD EN CAMPO (PRUEBA DEL ROLLO), MEDICIÓN DE LONGITUD DEL ROLLO.



FOTO N° 06: ENSAYO DE PLASTICIDAD EN CAMPO (PRUEBA DEL ROLLO), MEDICIÓN DE LA LONGITUD DE LA PARTE QUE SE ROMPIÓ DEL ROLLO.



FOTO N° 07: AMASANDO EL DISCO PARA EL ENSAYO DE RESISTENCIA EN CAMPO.



FOTO N° 08: MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA, LUEGO DE HABER SECADO 48 HORAS.



FOTO N° 09: FALLA DEL DISCO DESPUES DEL ENSAYO DE RESISTENCIA.



FOTO N° 10: MEDIDA DEL MOLDE, LARGO, AMCHO Y ALTO.



FOTO N° 11: MEDIDA DEL MOLDE, LARGO, AMCHO Y ALTO.



FOTO N° 12: MEDIDA DEL MOLDE, LARGO, AMCHO Y ALTO.



FOTO N° 13: ROSEADO DE ARENA SOBRE LAS PAREDES DE LOS MOLDES.



FOTO N° 14: ELABORANDO LA MEZCLA DEL LADRILLO ARTESANAL ADICIONANDOLE UN MENOR PORCENTAJE DE ASERRIN.



FOTO N° 15: ELABORANDO LA MEZCLA DEL LADRILLO ARTESANAL ADICIONANDOLE UN MAYOR PORCENTAJE DE ASERRIN.



FOTO N° 16: VERIFICANDO QUE LA CONSISTENCIA DE LA MEZCLA NO CUMPLE CON LAS PROPORCIONES ADECUADAS, YA QUE NO ÑE ADICIDIONO LA ARENA CORRESPONDIENTE.



FOTO N° 17: VERIFICANDO QUE LA CONSISTENCIA DE LA MEZCLA SI CUMPLE CON LAS PROPORCIONES ADECUADAS, ELABORANDO UNA PEQUEÑA BOLA DE LA MEZCLA.



FOTO N° 18: DEAPUES DE ROSEAR ARENA FINA COBRE LAS PAREDES DEL MOLDE, SE PROCEDE AL LLENADO DE LA MEZCLA PREPARADA.



FOTO N° 19: EL MATERIAL EXCENANTE SE RECOGE PARA SER VERTIDO EN EL MOLDE.



FOTO N° 20: EJERCIENDO PRESION SOBRE EL MOLDE, PARA COMPACTAR EL MOLDE DE LADRILLO.



FOTO N° 21: CON UNA REGLA DE MADERA SE PRODECE A RETIRAR LOS EXCEDENTES DEL MOLDE, DESPUES DE SU PREVIO COMPACTADO.



FOTO N° 22: ENRASANDO LOS MOLDES CON UNA TABLA.



FOTO N° 23: MOLDE ENRADADO Y LLENADO AL 100 %.



FOTO N° 24: COLOCANDO EL MOLDE DE LOS LADRILLOS SOBRE ARENA.



FOTO N° 25: SE RETIRA POR COMPLETO EL MOLDE DEL LADRILLO ARTESANAL.



FOTO N° 26: EJERCER PRESION SOBRE EL LADRILLO PARA REAFIRMAR SU TEXTURA.



FOTO N° 27: LADRILLOS LISTOS PARA EL SECADO.



FOTO N° 28: MIDIENDO LAS UNICIALES DE LAS MUESTRAS DEL LADRILLO YA CONFORMADO.



FOTO N° 29: RECOLECCIÓN DE DATOS



FOTO N° 30: BRIQUETAS DE CARBÓN UTILIZADOS EN EL HORNO ARTESANAL PARA LA COCCIÓN DE LADRILLOS.



FOTO N° 31: CARBÓN UTILIZADOS EN EL HORNO ARTESANAL PARA LA COCCIÓN DE LADRILLOS.



FOTO N° 32: ROSEADO DE CARBÓN EN EL HORNO ARTESANAL.



FOTO N° 33: UBICACIÓN DE LOS LADRILLOS EN EL HORNO.



FOTO N° 34: VERIFICACIÓN DE LOS LADRILLOS COCIDOS.



FOTO N° 35: LADRILLOS COCIDOS EN EL HORNO ARTESANAL.



FOTO N° 36: PERFORACIÓN DEL HORNO PARA VERIFICAR LA COCCIÓN DE LOS LADRILLOS.



FOTO N° 37: SE ABRIÓ EL HORNO ARTESANAL PARA DEJAR QUE LOS LADRILLOS ENFRÍEN.



FOTO N° 38: VARIACIÓM DIMENSIONAL.



FOTO N° 39: MEDICIÓN DE LA VARIACIÓN DIMENSIONAL.



FOTO N° 40: PRENSA DIGITAL



FOTO N° 41: SELECCIÓN DE LAS DIMENSIONES DEL LADRILLO.



FOTO N° 42: MANIPULACIÓN DE LA LLAVE



FOTO N° 43: EJERCENDO MAS CARGA A LOS LADRILLOS.



FOTO N° 44: VERIFICACIÓN DE DATOS.



FOTO N° 45: ENSAYO DE COMPRESIÓN.



FOTO N° 46: FALLA DEL LADRILLO DESPUES DE HABER REALIZADO EL ENSAYO DE COMPRESIÓN.