

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

PROPUESTA DE NORMAS PARA ADOBES

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

ORLANDO RODOLFO TOLEDO OJEDA

AL CONFERIRSELE EL TITULO

DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA DE LA ASUNCION, NOVIEMBRE DE 1,997



T(4159)
CA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

PROPUESTA DE NORMAS PARA ADOBES

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de noviembre de 1,996



Orlando Rodolfo Toledo Ojeda

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL PRIMERO: Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL SEGUNDO: Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL TERCERO: Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL CUARTO: Br. Victor Rafael Lobos Aldana
VOCAL QUINTO: Br. Wagner Gustavo López Cáceres
SECRETARIA: Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR: Ing. Sergio Waldemar Valdez Bonilla
EXAMINADOR: Ing. Maynor Feizal Zimeri Corado
EXAMINADOR: Ing. Julio Guillermo García Ovalle
EXAMINADOR: Ing. Francisco Javier González López

Guatemala, 6 de Junio de 1,997

Señor Jefe
Area de Materiales
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ingeniero Francisco Javier Quiñónez de la Cruz
Presente

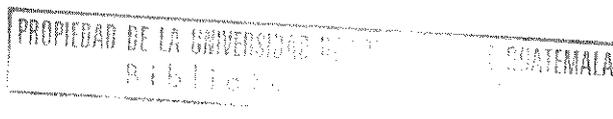
Estimado Ingeniero:

Habiendo revisado el trabajo de tesis titulado: PROPUESTA DE NORMAS PARA ADOBES, del estudiante universitario de Ingeniería Civil, ORLANDO RODOLFO TOLEDO OJEDA, manifiesto a usted que dicho trabajo de tesis por la importancia de su aplicación en la rama de trabajos de construcción y el aporte a los constructores de adobes, la doy por APROBADA, siendo ambos responsables del contenido y recomendaciones de la misma.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente


Edgar Virgilio Ayala Zapata
Ingeniero Civil
Colegiado 1,524
Asesor de tesis





FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala,
4 de noviembre de 1,997

Ingeniero Jack Douglas Ibarra.
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil,
Facultad de Ingeniería.

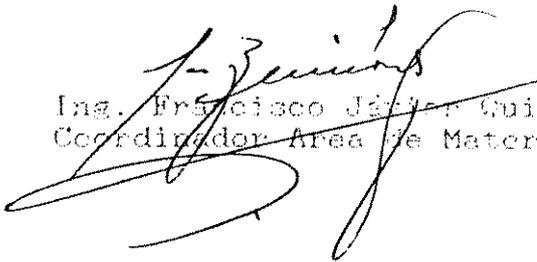
Señor Director:

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de tesis PROPUESTA DE NORMAS PARA ADOBES, desarrollado por el estudiante universitario Orlando Rodolfo Toledo Ojeda, quien contó con la asesoría del Ingeniero Edgar Virgilio Ayala.

Considero que el trabajo cumple con los objetivos para los cuales fué planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Francisco Javier Quiñones
Coordinador Área de Materiales

EJQ/lpc

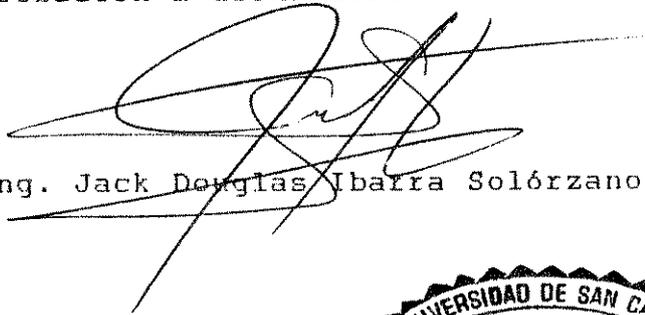


FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica y Regional de Post-grado de Ingeniería Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Edgar Virgilio Ayala Zapata y del Coordinador del Area de Materiales Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz del trabajo de tesis del estudiante Orlando Rodolfo Toledo Ojeda, titulado PROPUESTA DE NORMAS PARA ADOBES, da por este medio su aprobación a dicha tesis.


Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, noviembre de 1,997.

JDIS/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

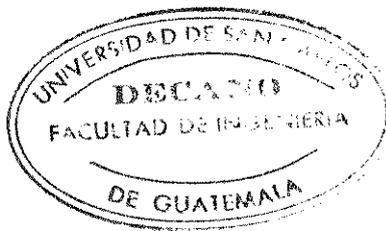
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis PROPUESTA DE NORMAS PARA ADOBES, del estudiante Orlando Rodolfo Toledo Ojeda, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, noviembre de 1,997

/bbdeb.

ACTO QUE DEDICO A:

MI ESPOSA: Ana Maritza Mazariegos de Toledo

MIS HIJAS: Bárbara Alejandra y Débora Jimena

MIS PADRES: Rodolfo Toledo Reyes
Carmen María Ojeda de Toledo

MIS HERMANOS: Rosa Elvira, Elba María,
Jorge Amilcar y Mario Augusto

MI ABUELITA: Cándida Elvira Antillón de Ojeda

TODA MI FAMILIA

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE TRABAJO

EL DEPARTAMENTO DE CARRETERAS DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS

**LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

AGRADECIMIENTO A

DIOS, FUENTE DE SABIDURIA.

**ING. VIRGILIO AYALA ZAPATA, POR SU VALIOSA AYUDA EN LA
ASESORIA DEL PRESENTE TRABAJO DE TESIS.**

ING. DAVID DEL VALLE POR SU COLABORACION.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A

La Ingeniero Laura Marina de León García, por su constante apoyo, dedicación y cariño al trabajo de tesis.

INDICE

CONTENIDO	PAG
INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES.....	2
JUSTIFICACION.....	3
OBJETIVOS.....	4
GLOSARIO.....	5
CAPITULO I	
MARCO TEORICO	
1.1 Utilización del Suelo para la Construcción de Vi- viendas.....	6
1.2 Generalidades del Adobe.....	6
1.3 Adobe.....	7
1.4 Tipos de Adobes.....	7
1.5 Materiales Componentes del Adobe.....	8
1.6 Procedimiento de Elaboración.....	9
1.7 Propiedades Acústicas y Térmicas.....	11
CAPITULO II	
PROPUESTA DE NORMA. ADOBE	
FORMA Y DIMENSIONES	
2.1 Objeto.....	14
2.2 Campo de Aplicación.....	14
2.3 Terminología.....	14
2.4 Especificaciones.....	14
CAPITULO III	
PROPUESTA DE NORMA	
DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO	
3.1 Objeto.....	21
3.2 Normas de Ensayo.....	21
3.2.1 Granulometría.....	21
3.2.1.1 Definición.....	21
3.2.2 Límites de Atterberg.....	23
3.2.2.1 Definiciones.....	23
3.2.2.2 Muestra.....	23
3.2.2.3 Equipo.....	23
3.2.2.4 Preparación de la Muestra.....	23
3.2.2.5 Procedimiento.....	24
3.2.2.5.1 Límite Líquido.....	24
3.2.2.5.2 Límite Plástico.....	24



CAPITULO IV

PROPUESTA DE NORMA. ADOBE

DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DE ABSORCION

4.1	Objeto.....	26
4.2	Definiciones.....	26
4.3	Normas de Ensayo.....	27
4.3.1	Determinación de la Resistencia a Compresión...	27
4.3.2	Determinación de la Resistencia a Flexión.....	28
4.3.3	Análisis de Absorción.....	29

CAPITULO V

ESTABILIZANTES PARA EL ADOBE

5.1	Estabilización.....	31
5.2	Estabilización con Cemento Portland.....	31
5.3	Estabilización con Cal.....	31
5.4	Estabilización con Cal y Cemento.....	31
5.5	Estabilización por Armazón.....	32

CAPITULO VI

ENSAYOS DE CAMPO

6.1	Ensayos en el Campo.....	33
6.1.1	Examen Visual.....	33
6.1.2	Prueba por Tacto.....	33
6.1.3	Sedimentación.....	34
6.1.4	Prueba de Fracción Fina.....	35
6.1.5	Prueba de Separación o Sacudimiento.....	35
6.1.6	Prueba de Resistencia en Seco.....	37
6.1.7	Prueba de Brillantez.....	38
6.1.8	Prueba de Flexión.....	38
6.2	Requisitos para Aceptar un Adobe.....	39

CONCLUSIONES.....	40
RECOMENDACIONES.....	41
BIBLIOGRAFIA.....	42

APENDICE: ANALISIS ESTADISTICO

INTRODUCCION

Es común encontrar en las áreas rurales las construcciones de las viviendas hechas con adobe, que es un elemento constituido del suelo básicamente y con una elaboración muy rústica.

Con este trabajo se presenta una propuesta para las normas que deben regir la fabricación de adobes; ya que debido a su utilidad se hace necesario que éste tenga una buena consistencia, proporcionando así una mayor seguridad a las viviendas hechas con este elemento.

El objetivo es proponer las normas para determinar las características que ha de tener el suelo que conformará el adobe, ya que en su elaboración se pretende dar la forma y dimensiones adecuadas, tanto para su manejo, como para la construcción de los muros; así mismo determinar en el adobe las propiedades mecánicas y de absorción.

Se propone también las normas para la estabilización del adobe, ya que se puede estabilizar con cemento, cal o la combinación de ambas.

Además se presentan las recomendaciones para los ensayos de campo, que se le pueden realizar a los materiales que conforman el adobe.

Se define lo que es una norma y se utilizan las diferentes que existen al respecto.

Al final con las conclusiones y recomendaciones se contribuye al mejoramiento de las técnicas de elaboración del adobe.

ANTECEDENTES

El uso de la tierra como material de construcción se remonta a tiempos prehistóricos. En su lenta evolución, desde casas o cuevas semisubterráneas, hasta edificaciones de treinta metros de altura, la tierra sigue siendo utilizada como vivienda por casi la mitad del globo terrestre en todas sus concepciones posibles.

Su uso fue muy común en las planicies europeas, debido a la naturaleza de los suelos, sin embargo fue desechada poco a poco, surgiendo materiales industrializados.

Actualmente se está estudiando el retorno a la arquitectura del elemento tierra, debido a la crisis económica y al uso de la energía solar, donde el adobe surge como regulador en la llamada arquitectura bioclimática.

En Africa Ecuatorial, se pueden encontrar en la actualidad, todas las variantes de utilización de la tierra como elemento constructivo, según sea el clima y la calidad del suelo.

En América fue introducido durante la Conquista Española, aunque se supone que ya era utilizado en Arizona y Nuevo México.

Actualmente en varios países latinoamericanos se está trabajando con adobe en la construcción de complejos habitacionales a nivel rural, en un plano técnico bastante avanzado.

Aún cuando en muchos países han ocurrido catástrofes naturales como terremotos, inundaciones, etc. se sigue construyendo con técnicas inapropiadas para resistir esta clase de fenómenos, ya sea por desconocimiento o carencia de tecnología, o por falta de recursos; teniendo como ejemplo a Guatemala, en donde el adobe se ha utilizado como un sistema tradicional de construcción con muy poco desarrollo en sus técnicas desde la época colonial, no obstante las experiencias vividas en tres terremotos de gran magnitud a través de tres siglos de historia.

Debido a lo expuesto anteriormente el Centro de Investigaciones de Ingeniería ha realizado varios estudios acerca del adobe, y ahora se proponen las normas que se deben seguir para la elaboración del mismo.

JUSTIFICACION

En la actualidad, los materiales utilizados para la construcción son diversos, para lo cual no se descarta el uso del adobe, que es muy común en el área rural.

La construcción de adobes se realiza por personas de campo, sin utilizar técnica alguna.

Debido a esto se han hecho pruebas de laboratorio en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, pero no se tienen las normas necesarias de los materiales que se han de utilizar.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proporcionar propuestas de normas para fabricación de adobes.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Que las propuestas de normas estén al servicio de los constructores de edificaciones de adobes.
2. Mejorar el sistema constructivo con adobe de viviendas del país.
3. Que se utilicen mejores técnicas de diseño en la elaboración de adobes.

GLOSARIO

Norma

Norma es una especificación técnica u otro documento a disposición del público, elaborado con la colaboración y consenso de todos los intereses afectados por ella, basada en resultados de la ciencia, tecnología y experiencia, dirigida por el organismo reconocido a nivel nacional, regional o internacional.

Norma Guatemalteca

Es una norma adoptada por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) y aprobada por el organismo ejecutivo.

Propuesta de Norma Guatemalteca

Es el documento técnico preliminar que se somete a un estudio y encuesta pública, entre las partes interesadas, con el objeto de conocer sus observaciones y comentarios, los cuales se toman en consideración para elaborar el proyecto de Norma Guatemalteca correspondiente.

Proyecto de Norma Guatemalteca

Es el documento técnico que se somete a la consideración del Consejo Directivo de la COGUANOR para su aceptación y posterior envío al Organismo Ejecutivo para su publicación en el Diario Oficial.

Norma Guatemalteca Obligatoria

Es la norma que se refiere o relaciona forzosamente a especificaciones técnicas de masas y medidas alimenticias, medicinas, edificaciones y en general, a todo lo relativo a seguridad y conservación de los bienes, de la salud y de la vida. Se debe identificar con las siglas NOG, que significa Norma Guatemalteca Obligatoria, seguidas del número que le corresponde.

Norma Guatemalteca Recomendada

Es la norma que se relaciona con la producción y venta de aquellos bienes que no están contemplados en la definición de Norma Guatemalteca Obligatoria, es optativa para la industria y el comercio de los productos que se trate, en tanto que es obligatoria para el estado, las entidades oficiales y los organismos descentralizados y autónomos, los cuales no pueden comprar los productos de que se trate, si dichos productos no se ciñen a las normas y especificaciones establecidas. Se debe identificar con las siglas NGR, que significa Norma Guatemalteca Recomendada, seguidas del número que le corresponde.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1 Utilización del suelo para la Construcción de Viviendas

Desde tiempos remotos hasta la actualidad se ha utilizado el suelo para la construcción de viviendas.

Para la elaboración de este tipo de viviendas se han utilizado muros hechos de puro lodo, habiendo elaborado antes un esqueleto de barras de bambú o cualquier otro material, dando seguridad a sus habitantes. También se ha utilizado la técnica del cavado, que consiste en cavar directamente de un estrato de corteza terrestre para formar la vivienda. Para optar por esta técnica se toman en cuenta factores como el clima y el tipo de suelo. La mayoría de estas viviendas son cavadas en tierra suave, o lava porosa en áreas con climas secos y cálidos.

El tipo de vivienda cavada ofrece protección del calor diario y suaviza la diferencia entre los cambios bruscos de temperatura noche-día debido al efecto de "amortiguador térmico" de la masa de tierra.

También se utiliza el suelo en la elaboración de los adobes que son formados a mano o moldeados, pudiendo hacerse esta última manualmente o por medio de máquinas.

El adobe es un material extremadamente versátil y puede ser adaptado al más amplio rango posible de circunstancias socio-económicas.

1.2 Generalidades del Adobe

En Guatemala, principalmente en el área rural, es común observar la construcción de viviendas con adobe, originada por el índice de pobreza de estas comunidades, siendo para ellos una gran ventaja el hecho de utilizar este elemento en la construcción.

Las viviendas construídas con este material, por ser rústico, tienen poca resistencia, dando como resultado inseguridad a los que la habitan. Por estas razones surge la necesidad de proponer normas para adobes que den seguridad y confianza.

El adobe se ha utilizado solamente con la tierra que existe en los lugares donde se produce, pero actualmente se trata de darles estabilización por medio de cemento, cal o algunos químicos, con el objeto de mejorar sus propiedades mecánicas.

1.3 Adobe

Es una masa de tierra mezclada a veces con fibra, moldeada en forma prismática, y secada al aire, que se emplea en la construcción de paredes o muros.

Es otra de las técnicas utilizadas en la construcción de viviendas. El ladrillo secado al sol es uno de los materiales más viejos usados para la construcción de viviendas.

Los adobes son hechos usando barro, al cual a menudo se le agrega paja. Son formados a mano o moldeados. El adobe es un material extremadamente versátil y puede adaptarse a cualquier circunstancia.

1.4 Tipos de Adobes

Existen varias formas de hacer el adobe; entre ellas las más usadas son:

Adobe Cuadrado:

La forma cuadrada tiene características que facilitan el proceso constructivo. Este adobe puede presentar la ventaja de que permite su manipuleo constante por cualquier trabajador; así como también reduce al mínimo los cortes y desperdicios en una obra.

Adobe Paralelepípedo:

Es el más conocido, es usualmente formado en marco de madera. El tamaño del adobe depende del lugar de fabricación y de las necesidades de la persona.

La tierra que se debe utilizar para la elaboración debe tener un buen proporcionamiento de arcilla y arena, variando sus cantidades según la calidad de los suelos.

El secado del adobe debe durar de dos a tres semanas, evitándose directamente el sol, cuidando las variaciones climáticas.

Otras Formas de Adobes

Adobe en forma piramidal:

Es el más viejo ladrillo secado al sol, formado a mano, semejante a un pan elongado.

Los adobes más antiguos que se conocen son los cónicos y cilíndricos, luego fueron de forma hemisférica.

Hasta la fecha se conocen todavía existentes y usados en algunos lugares, los adobes en forma cónica y piramidal.

Adobe en forma cilíndrica:

Los ladrillos cilíndricos secados al sol fueron usados para construir casas. Estos cilindros eran moldeados y usados para llenar marcos de madera que formaban las paredes. Erigiendo el marco e inmediatamente llenando los marcos de madera que formaban las paredes, ofrecían protección contra las inclemencias del tiempo.

1.5 Materiales Componentes del Adobe

Arena:

Material compuesto de pequeñas partículas de forma redonda, procedentes de rocas disgregadas, es la arena que varía su tamaño entre 3 a 0.05 milímetros.

Su resistencia no se ve afectada por la humedad. La arena es un material granular, porque los granos ejercen poca atracción recíproca, privando al suelo de resistencia en estado seco.

Limo:

Es el material compuesto de partículas finas de roca de poca o ninguna plasticidad y de granulometría uniforme.

El tamaño de las partículas varía entre 0.05 y 0.002 milímetros.

Es también un material granular. Se compacta mal, porque su resistencia en seco casi no existe; por falta de cohesión entre granos. Todos los materiales granulares son permeables.

Arcilla:

Está compuesta de partículas microscópicas coloidales, que proporcionan las propiedades plásticas a la arcilla.

El tamaño de las partículas varía entre 0.002 y 0.0002 milímetros.

Cuando la arcilla está húmeda se vuelve pegajosa. La atracción recíproca entre las partículas es muy elevada, de donde es un material cohesivo. Tiene una alta resistencia en seco, bajo nivel de erosión y buena trabajabilidad. La permeabilidad de la arcilla es muy baja, encontrándose el agua en dificultad para atravesarla.

1.6 Procedimiento de Elaboración

La tierra utilizada para la elaboración de adobes debe ser limpia, sin piedras, basuras y residuos vegetales.

Según estudios hechos la proporción más adecuada de arcilla - arena es de 80:20, aunque varían las cantidades según la calidad de los suelos para obtener la mayor resistencia posible.

El tamaño del adobe depende del lugar de elaboración, pero se considera que el adobe cuadrado es el más efectivo. El mezclado se hace con la tierra, el agua, palas, rastrillos, pisando y caminando hasta lograr que la mezcla tenga una distribución uniforme.

Para el adobe se utilizan moldes de madera, vaciando la mezcla y apelmazándola con un mazo de tamaño adecuado, hasta lograr una buena consistencia. Los moldes deben mantenerse limpios, quitándoles la mezcla que les queda pegada, rociándoles arena para que se desmolden correctamente.

Si al quitar el molde, el adobe se deforma, es porque tiene mucha agua. Si se raja o se quiebra, es porque la mezcla está muy seca.

El secado de los adobes es de 2 a 4 semanas y depende de la consistencia de los adobes, de 3 a 5 días se pueden parar de canto para que tengan un secado uniforme y rápido; después se cargan y se apilan. Pasadas cuatro semanas, se observan para ver si no tienen grietas, se le agregan arena o paja. Si el adobe de prueba no resiste el peso de un hombre, se le agrega arcilla a la mezcla.

A continuación se presenta el proceso de fabricación:

Excavación: El material básico para hacer el adobe se obtiene de bancos que estén próximos al área donde se fabrican, a modo de evitar que los costos suban. Si el material del terreno donde se construirá es apropiado, de éste se elaboran los adobes.

Almacenamiento: El almacenamiento se hace en lugares donde el material no esté sujeto a condiciones de tiempo que lo dañen, evitando que le afecte por ejemplo el viento que lo disperse o la lluvia que lo sature de agua.

- Proporcionamiento:** Inicialmente se miden las cantidades de cada elemento que lleve la mezcla. Dichas cantidades son directamente dependientes de la proporción a utilizar, la cual ha sido previamente establecida. El material para la mezcla debe estar previamente tamizado.
- Mezclado:** En este paso se unen todos los materiales de cada elemento que conforme el producto final. Se tiene cuidado que el mezclado sea completo, a modo de que no hayan grumos de uno u otro material sino que todo sea uniforme.
- Moldeado:** Para adobes vaciados, se coloca la mezcla en el molde, relleno bien en las esquinas. Cuando se dispone la fabricación de adobes compactados, es en esta etapa de moldeado en que se procede a dicha compactación con un mazo o pisón, o bien por medio de otros instrumentos.
- Al terminar su elaboración se quita el molde; para evitar que éste se pegue al adobe, se le debe limpiar con un trapo húmedo y espolvorearle arena antes de cada uso.
- Curado y secado:** Después de quitar el molde, se deja el adobe dos o tres días secándose; luego se coloca de canto para que haya una mejor circulación de aire y se produzca un secado uniforme. Ahora bien, en el caso de adobes estabilizados con cal y puzolanas es necesario conservar su humedad, así como que estén a una temperatura más elevada que la del ambiente para que haya una buena reacción puzolánica, lo que tiene un efecto especial en su resistencia y durabilidad.
- Almacenamiento final:** A las tres semanas se pueden cargar, apilar y almacenar los adobes. Esto debe hacerse en un lugar protegido, a modo de que no estén sujetos a las inclemencias del tiempo.

1.7 Propiedades Acústicas y Térmicas

Propiedades Acústicas

Generalidades:

La calidad de la audición sonora, o el ambiente acústico necesario para facilitar una escucha determinada depende de las exigencias de los recintos.

Se pretende tener un buen aislamiento contra el ruido aéreo.

Lo que hay que tener en cuenta en el momento del diseño es considerar los materiales que se emplean para la construcción de las paredes divisorias, el espesor de las mismas, la existencia de paredes dobles, puertas, ventanas, la perforación de paredes, techos o suelo para servicios básicos.

En muchos lugares, el acondicionamiento térmico, y sus sistemas de climatización son importantes, con el fin de que su aportación sonora, al nivel sonoro ambiental sea prácticamente nulo.

Aislamiento Acústico:

Se entiende por aislamiento acústico a la protección de un recinto contra la penetración de sonidos que interfieran a la señal sonora deseada.

Para encontrar las formas de protección de los recintos contra el ruido, se debe determinar la naturaleza de los mismos.

Las principales vías por donde penetra el ruido son:

a) Aéreas

- Abertura y grietas en paredes
- Conductos de ventilación
- Poros en paredes duras y continuas
- Vibraciones

b) Por cuerpos sólidos

- Ruido de impacto
- Por maquinaria

El aislamiento acústico depende de las propiedades físicas del material de las paredes y de las características del ruido.

El ruido puede penetrar a través de falsos techos, de ventanas, aberturas existentes en la pared, aberturas en las puertas, rendijas, aberturas en el suelo, en cierres de paredes, techos y esquinas, por un sellado inadecuado de los conductos, por uniones de bloques del material de la pared, por un sellado incorrecto en las paredes laterales, por un montaje inadecuado de ventanas, aberturas en paredes, etc..

El Adobe y la Acústica:

Anteriormente se mencionó que la acústica depende del ambiente que se tiene que adaptar en la construcción a realizar. Por lo general las construcciones de adobe son para viviendas; no teniendo que ser tan delicadas en la proyección sonora.

El adobe es un elemento en la construcción, que presenta características favorables para evitar en gran manera la proyección del sonido; debido a que sus dimensiones son bastante anchas y que es un elemento que no presenta huecos, proporcionando un ambiente adecuado a sus ambientes, dando privacidad.

Para aislar bien los ambientes contruídos con adobes se tiene que tomar en cuenta que no existan perforaciones innecesarias que permitan entradas de ruido, así como tener cuidado de que puertas y ventanas se encuentren hechas adecuadamente, así como sellados de tuberías, etc.. El techo debe estar en buenas condiciones y bien sellado para evitar la penetración de ruidos por algún pasillo que quede descubierto.

Propiedades Térmicas:

Actualmente la arquitectura trata de buscar y emplear los medios y materiales que favorezcan al ambiente de las construcciones sin necesidad de emplear grandes gastos, teniendo que adaptar en tiempos fríos la calefacción y en tiempos calurosos aire acondicionado.

Surge entonces la adaptación de materiales adecuados, así como buscar la manera de ubicar la construcción en una localización adecuada, aprovechan así el viento, el sol y otros elementos naturales.

Dependiendo de los cambios de clima que se den en los lugares, así mismo serán el tipo de materiales que se utilicen para la construcción, ya que esto es muy variado porque se presentan en algunos lugares climas cálidos o fríos estables, pero en otros se presenta variedad de climas.

El elemento adobe presenta características de adaptación al clima. Presentándose cálido el ambiente en época de frío y fresco en tiempos de calor. Los componentes del adobe, así como sus dimensiones ayudan a que sea este elemento apto para cualquier clima.

Como en todas las construcciones, al construir con adobe es necesario también adaptar el techo a las condiciones de clima del lugar, ya que el material con que se encuentre cubierta la estructura de los ambientes influye en gran manera para adaptarse a los cambios de clima.

Especificaciones:

Para obtener un buen aislamiento acústico y que la temperatura ambiente dentro de una vivienda elaborada con adobe, sea agradable, el adobe debe ser elaborado con las dimensiones que se normalizan, así como utilizar los materiales adecuados; siguiendo para cada material a utilizar, los ensayos de laboratorio que se especifican en esta tesis, y seguir las pruebas de campo recomendadas.

CAPITULO II PROPUESTA DE NORMA. ADOBE FORMA Y DIMENSIONES

2.1 Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer las especificaciones para determinar las dimensiones reales y los requisitos de forma de los adobes.

2.2 Campo de Aplicación

La presente norma se aplica a los adobes que se emplean en la construcción de viviendas.

2.3 Terminología

Medidas Principales del adobe:

Se entiende por medidas principales del adobe, al ancho, alto y largo del mismo.

2.4 Especificaciones

Requisitos de Forma y Dimensiones

Forma

Los adobes serán de forma cuadrada o rectangular, con caras planas, aristas y ángulos exteriores a escuadra, determinando la desviación de sus diagonales y aristas respecto a la línea recta y la desviación de los ángulos respecto a la escuadra.

Dimensiones

Para determinar el largo, el ancho y el alto de los adobes, se efectúa la medición individual de las caras de cada una de las muestras, utilizando el promedio aritmético.

Las dimensiones de los adobes se especifican a continuación.

Dimensiones del Adobe Rectangular

Para evitar cortes y desperdicios en obra se recomienda seguir la siguiente especificación:

- La longitud mínima no debe ser mayor que el doble de su ancho, más el espesor de una cisa.

Dimensiones del Adobe Cuadrado

Para un adobe cuadrado se utiliza una longitud mínima de 38 centímetros y 8 centímetros de espesor.

Con el propósito de establecer límites de tolerancia respecto de los adobes, se procedió a hacer un análisis estadístico, el cual se puede observar en el apéndice. Usando los siguientes métodos:

- 1) Media
- 2) Desviación Standard
- 3) Coeficiente de Variación

Fórmulas Empleadas:

$$1) \quad X = \frac{\sum_{j=1}^n X_j}{n}$$

$$2) \quad DS = \sqrt{s^2}$$

Donde $s^2 = \text{Varianza}$

$$3) \quad CV = DS / \bar{X}$$

Los Límites de Tolerancia del adobe son:

- ± 2 mm. de largo
- ± 2 mm. de ancho
- ± 2 mm. de alto

DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES:

Se mide la longitud de las dos caras mayores y de las dos caras laterales, en los puntos medios de cada arista y se anotan los 4 valores de las lecturas redondeadas, redondeando a una cifra de un decimal, se anota como el largo del adobe.

Para determinar el ancho del adobe se mide la longitud de los dos extremos y el ancho de las dos caras mayores, en el punto medio de cada arista. El Promedio de estos valores da el ancho.

El espesor se determina midiendo los puntos medios de las aristas de las caras laterales y los extremos (figura No. 2).

El promedio de los cuatro valores se anota como el espesor del adobe.

Expresión de los resultados: el promedio aritmético de las mediciones de cada uno de los adobes, se redondea al milímetro más cercano.

Comprobación de la forma: se comprueba que las caras sean planas, que las aristas sean rectas, también se comprueba la desviación de sus diagonales y aristas respecto a la línea recta, y la desviación de los ángulos respecto a la escuadra.

Comprobación de las dimensiones: para determinar el largo, el ancho y el espesor real de los adobes; se efectúa la medición individual de las caras mediante el promedio aritmético de las cuatro medidas de cada uno de éstos parámetros.

Aparatos:

Regla Metálica Rígida: con escala graduada en milímetros, con una longitud mayor de 500 mm.

Cuña medidora de acero: de 60 mm. de largo, por 10 mm. de ancho y 10 mm. de espesor en un extremo. La cuña se adelgaza hacia el otro extremo, terminando en un espesor cero. La cuña se debe graduar en divisiones de 1 mm. se debe mostrar el espesor entre la base BA y la pendiente BC (figura No 1).

Escuadra metálica rígida de 90°, con un cateto no menor de 250 mm. y el otro no menor de 250 mm.

Superficie plana: de acero o vidrio, no menor de 300 mm. por 300 mm. y plana dentro de 0.025 mm.

Procedimiento: para la determinación de la forma y dimensiones se toman diez adobes enteros y secos, tal como se reciben, los cuales deben ser representativos del lote y ser muestreados.

Toma de Muestras: tiene por objeto establecer el método para la toma de muestras de adobe para ser usados en la construcción.

Muestra: es un conjunto de adobes extraídos de un lote, que sirve para obtener la información necesaria que permite apreciar las características de ese lote.

Lote: es una cantidad determinada de adobes del mismo tipo, de una misma procedencia, de tamaños iguales.

Partida: es la cantidad total de adobes despachados o recibidos en un solo envío.

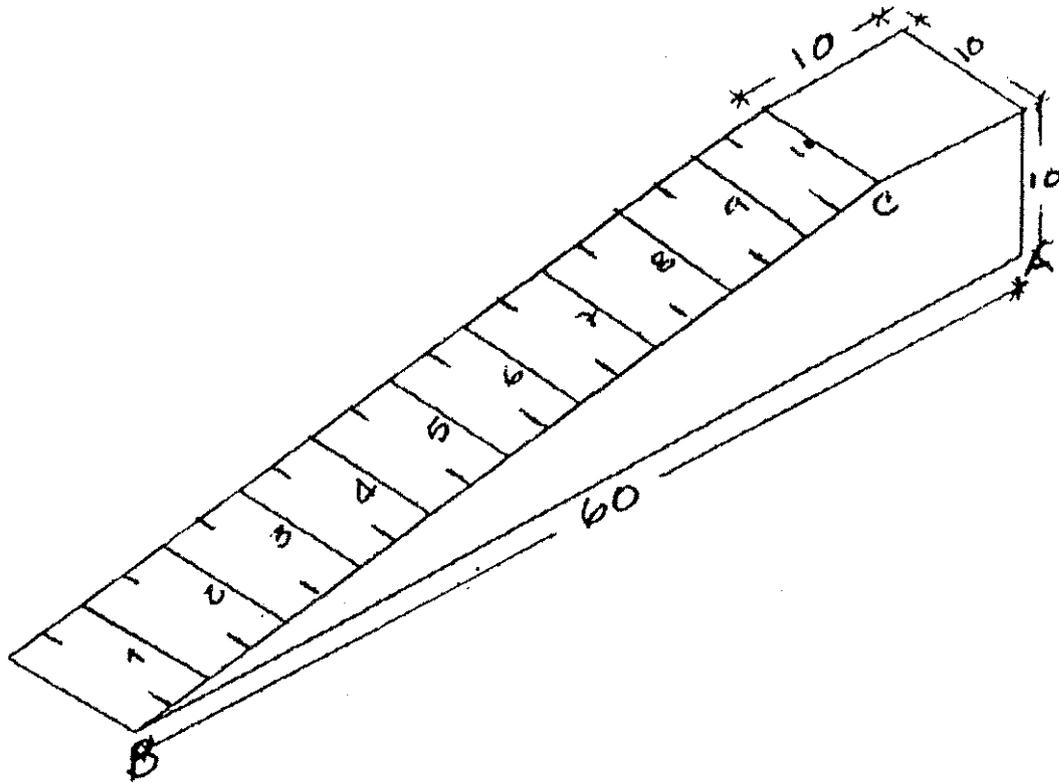
Muestreo al azar: es aquel en el cual el lote de adobes se divide en secciones, y luego se toman las muestras, al azar, en cada sección. La muestra total es la suma de las muestras tomadas en cada sección del lote.

Procedimiento: el muestreo será realizado por el comprador. Los adobes serán tomados al azar, del lugar donde los están elaborando, y deberán ser representativos de la totalidad del lote.

Las muestras destinadas al análisis de absorción deben protegerse de la lluvia o cualquier otra circunstancia que pueda alterar su contenido de humedad.

Al tomar las muestras se debe marcar cada adobe en tal forma que pueda ser identificado en cualquier momento; dicha marca no deberá cubrir más del 5% del área superficial del adobe.

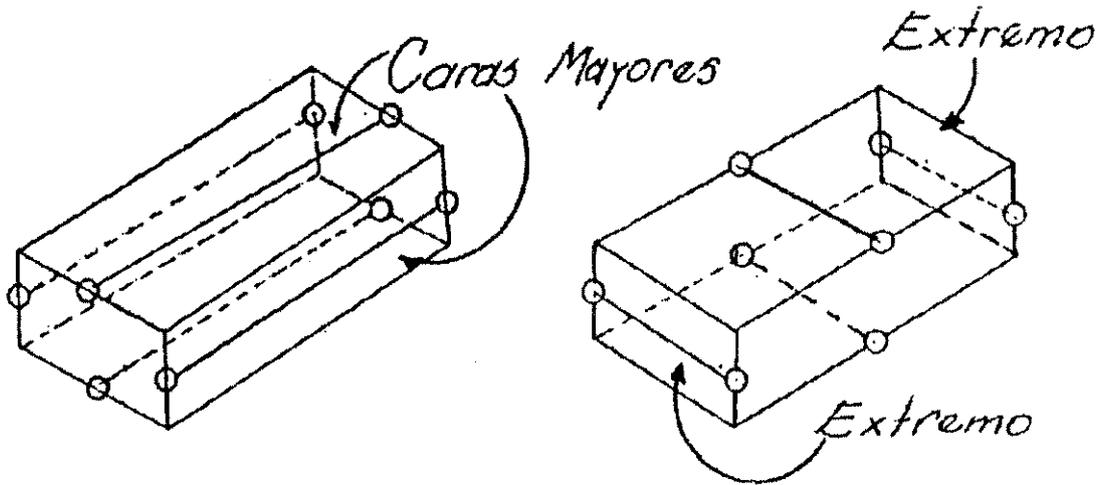
FIGURA No.1



CUÑA MEDIDORA DE ACERO

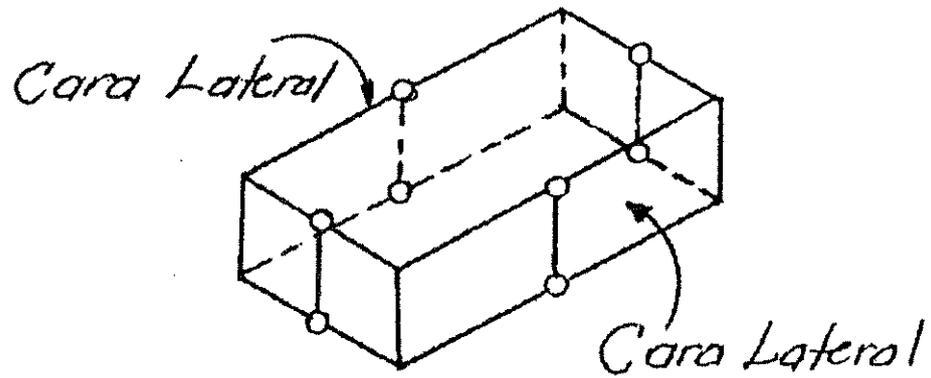
Figura No. 2

Puntos de Medición de las dimensiones.



Medición de la Longitud

Medición del Ancho



Medición del Espesor

REQUISITOS FISICOS DEL ADOBE

Requisitos	Clase M, o macizo
Absorción de agua en 1 hora en porcentaje. - promedio de cinco unidades	18 - 21
Tolerancia individual en milímetros, máximo:	
a) en el largo	± 2
b) en el ancho	± 2
c) en el alto	± 2
Resistencia a la compresión, en kg./cm ² , mínimo. - promedio de 5 unidades	17
Resistencia a la flexión, en kg/cm ² , mínimo - promedio de 5 unidades	9

**CAPITULO III
PROPUESTA DE NORMA. ADOBE
DETERMINACION DE LAS
CARACTERISTICAS DEL SUELO**

3.1 Objeto

El objeto de la presente norma es definir cuáles son los ensayos que se deben realizar al suelo, para obtener las características necesarias para una buena mezcla, al hacer el adobe.

3.1.1 Campo de Aplicación:

La presente norma se aplica a los adobes empleados en la construcción de viviendas.

3.2 Normas de Ensayo

3.2.1 Granulometría (Norma AASHTO T 27, SIEVE ANALYSIS OF FINE AND COARSE AGGREGATES)

3.2.1.1 Definición

El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que lo componen.

- Por tamices: Seco o lavado por el tamiz No. 200.

Equipo

- Juego de tamices con mallas de 1 1/2", 3/4", 3/8", #4, #10, #200, recipiente de fondo y tapadera.
- Balanza
- Horno a temperatura controlada
- Brocha
- Bandejas y cápsulas
- Rodillo o pisón de madera

Preparación de la Muestra

1. Se seca la muestra en una bandeja al horno.
2. Se deja enfriar, se pulveriza rodillando los brumos o terrones con el cilindro de madera sobre una superficie plana y lisa, cuidando de desmenuzar bien los terrones sin romper las partículas individuales del suelo.

3. Se pesa la muestra con la bandeja, anotando el peso obtenido en el formulario de registro respectivo, en el renglón de peso bruto seco (PBS).

Tamizado

1. Se coloca el juego de tamices en orden progresivo del tamiz 1 1/2" al tamiz No. 200, con el recipiente de fondo abajo, se vacía el material sobre el tamiz y se le coloca la tapadera.
2. Se agita todo el juego de tamices horizontales con movimientos rotativos y verticales, con golpes ocasionales. El tiempo de agitado depende de la cantidad de fino de la muestra, pero por lo general no debe ser menor de 15 minutos. Se puede utilizar el agitador mecánico de laboratorio.
3. Se quita la tapadera y se separa la malla de 1 1/2" vaciando la fracción en un papel limpio.
4. Se pesa cuidadosamente la fracción de la muestra del numeral 3 y se guarda para repetir la prueba en caso de error.
5. Se pesan las fracciones que pasan por cada tamiz, y los pesos son acumulados.

Cálculo

1. Se suman los peso y se verifica con el total de la muestra original. Si el error es mayor de 1% entonces se vuelve a pesar cada fracción. Si el error es menor que 1%, entonces se corrige la fracción más grande.
2. Se determinan los porcentajes que pasan por cada malla, en relación con el peso original de la muestra seca.
3. De aquí se grafica la curva granulométrica en papel semilogarítmico.

3.2.2 Límites de Atterberg

- Norma AASHTO T 89, DETERMINING THE LIQUID LIMIT OF SOILS.
- Norma ASSHTO T - 90, DETERMINING THE PLASTIC LIMITED AND PLASTICITY INDEX OF SOILS.

3.2.2.1 Definiciones

Un suelo arcilloso con alto contenido de humedad, posee una consistencia semi - líquida; al perder agua por evaporación va aumentando su resistencia hasta alcanzar una consistencia plástica. Al continuar el secado llega a adquirir un estado semi - sólido y se agrieta o desmorona al ser deformado.

El límite líquido es el contenido de humedad de un suelo en el límite superior al intervalo plástico.

El límite plástico es el contenido de humedad de un suelo en el límite inferior al intervalo plástico.

3.2.2.2 Muestra

La muestra consiste en la porción que pasa el tamiz No. 40.

3.2.2.3 Equipo

- Aparato de Casagrande con ranurador
- Placa de vidrio
- Cápsula de porcelana
- Tamiz No. 40
- Recipiente con tara
- Majador
- Horno
- Balanza

3.2.2.4 Preparación de la muestra

1. Se desmenuza el material
2. Se pasa el material por el tamiz No. 40
3. Se pone en una cápsula
4. Se agrega agua y se mezcla

3.2.2.5 Procedimiento

1. Se ajusta el aparato Casagrande

3.2.2.5.1 Límite Líquido (Norma AASHTO T 89, DETERMINING THE LIQUID LIMIT OF SOILS)

1. Se coloca el material en el aparato Casagrande y se aplana con la espátula.
2. Se divide la muestra con el ranurador.
3. Se da vuelta a la manija a razón de dos golpes por segundo, contando los golpes que se dan para que la ranura se cierre.
4. Se toma una porción próxima a la ranura y se pesa y se introduce en el horno.
5. Se agrega más agua a la pasta y se repiten los pasos del 1 al 3.
6. Se hace durante tres veces aumentando la humedad.
7. Al día siguiente se sacan las muestras del horno y se anotan los pesos.
8. Se calcula el contenido de humedad correspondiente a cada uno de los golpes.
9. El límite líquido es el contenido de humedad a 25 golpes.

3.2.2.5.2 Límite Plástico (Norma ASSHTO T 90, DETERMINING THE PLASTIC LIMITED AND PLASTICITY INDEX OF SOILS)

1. Se toma una muestra que tenga una consistencia que no se adhiera a las manos.
2. Se rueda con la palma de la mano sobre una superficie lisa y limpia, hasta formar un cilindro de 1/8" de diámetro y 4" de largo.

3. Se repite el paso No. 2 hasta que el cilindro endurezca.
4. El límite plástico se logra cuando el cilindro se agrieta y se rompe al ser rodillado.
5. Se ponen cilindros en el recipiente con tara, al alcanzar el límite plástico, y se coloca en el horno.
6. Con los datos obtenidos se calcula el contenido de humedad relativa.
7. El promedio es el valor del límite plástico.

Especificación:

La composición adecuada del material con el que se elaboran adobes, debe tener un 30% de finos:
- arcilla entre 10 y 20 por ciento
- limo entre 10 y 20 por ciento;
el resto de arenas son tolerancias del 5% de grava y un índice de plasticidad entre 8 y 10.
(Referencia #1).

**CAPITULO IV
PROPUESTA DE NORMA. ADOBE
DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES
MECANICAS Y DE ABSORCION**

4.1 Objeto

El objeto de la presente norma es definir cuáles son los ensayos que se deben realizar a las muestras de adobes, para saber cuál es su resistencia.

4.1.1 Campo de Aplicación:

Los ensayos que establece esta norma se aplican a los adobes que van a ser empleados en la construcción de viviendas.

4.2 Definiciones

- **Ensayo de Compresión**

Sirve para determinar la capacidad del adobe a resistir cargas verticales.

- **Ensayo a Flexión**

Determina la resistencia a la flexión del adobe por la acción de cargas verticales.

- **Ensayo de Absorción**

Sirve para determinar el porcentaje de agua capilar que absorben los adobes.

4.3 Normas de Ensayos

4.3.1 Determinación de la resistencia a la Compresión.

Objeto: esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar la resistencia de la compresión de los adobes.

Campo de Aplicación: se aplica el método a los adobes que van a ser utilizados para la construcción de viviendas.

Terminología: espécimen de Ensayo; son adobes con una tolerancia de ± 2 mm. en el ancho, ± 2 mm. en el largo, ± 2 mm. en el alto.

Principio del método: consiste en someter los adobes a un esfuerzo de compresión con una máquina apropiada.

Aparatos: se utiliza una máquina para producir y medir un esfuerzo de compresión adecuado.

Procedimiento: consiste en aplicar carga compresiva, determinando la resistencia del adobe por aplastamiento. Se anota la carga, con la cual se procede a calcular el esfuerzo a compresión.

Expresión de los resultados: la resistencia a la compresión del adobe se expresa en kg/cm^2 , mediante la siguiente fórmula:

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

donde:

R_c = Resistencia a la compresión del adobe.

P = Carga máxima indicada por la máquina de ensayo en kg.

A = Area donde se aplica la carga en cm^2 .

Informe del ensayo: debe indicarse lo siguiente: el valor obtenido para cada uno de los cinco adobes, es decir, el promedio aritmético de estos adobes.

Especificación: en el ensayo a compresión, la resistencia mínima requerida es de 17 kg/cm^2 . (Referencia #1).

4.3.2. Determinación de la resistencia a Flexión

Objeto: esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar la resistencia a la flexión de los adobes.

Campo de Aplicación: se aplica el método a los adobes que van a ser utilizados para la construcción de viviendas.

terminología: espécimenes de ensayo; son adobes con una tolerancia de ± 2 mm. en el ancho, ± 2 mm. en el largo, ± 2 mm. en el alto.

Principio del método: consiste en someter los adobes a un esfuerzo a flexión con una máquina apropiada.

Aparato: se utiliza un máquina para producir y determinar la resistencia a flexión.

Procedimiento: se coloca el adobe simplemente apoyando, con un voladizo de 5 centímetros en cada uno de los extremos y se aplica la carga lineal paralela a los apoyos al centro de la luz de ensayo, hasta que se obtenga la carga de ruptura del mismo.

Expresión de los resultados: la resistencia a la flexión del adobe se expresa en kg/cm^2 , mediante la siguiente expresión:

$$R_f = \frac{M}{S}$$

donde:

R_f = Resistencia a la flexión del adobe.

M = Momento producido por la carga aplicada.

S = Módulo de sección de la unidad.

Informe del ensayo: Debe indicarse lo siguiente: El valor obtenido para cada uno de los cinco adobes, es decir, el promedio aritmético de estos adobes.

Especificación: en el ensayo a flexión, la resistencia mínima requerida es de 9 kg/cm^2 . (Referencia #1).

4.3.3

Análisis de Absorción

- Norma AASHO 215, PERMEABILITY OF GRANULAR SOILS (CONSTANT HEAD).

Determinación de la razón inicial de Absorción:

Objeto: la presente norma tiene por objeto establecer el método para determinar la razón inicial de absorción de agua en los adobes.

Campo de Aplicación: la presente norma se aplica a los adobes a ser empleados en el construcción.

Principio del Método: el método de ensayo consiste en colocar los adobes en una bandeja que contenga agua suficiente, existiendo entre ésta y el adobe un contacto de 3mm.

Aparatos: Bandeja: recipiente que puede contener 2.5 cm. de agua y suficiente tamaño para colocar en ella todos los adobes a la vez; en el fondo de ésta, se coloca una malla gruesa y su emparrillado para que los adobes descansen en él, con el objeto de que estén siempre sumergidos en 3mm. de agua.

Malla fina: debe colocarse entre los adobes y el emparrillado para evitar que se caigan al fondo las muestras débiles, al desmoronarse.

Determinación de la absorción de agua:

Objeto: la presente norma tiene por objeto establecer el método para determinar la absorción de agua de los adobes.

Principio del Método: una hora después de sumergir los adobes en la bandeja, se mide su peso y su resultado se expresa en porcentaje con relación a su peso seco.

Aparatos: un reloj: sirve para medir el tiempo transcurrido.

Un metro: debe estar dividido en cm. y mm. Se usa para medir la altura de la línea de agua sobre el borde inferior del adobe.

Expresión de los resultados: la absorción de cada adobe se expresa en kilogramos de agua absorbida por cada 100 kg. de adobe completamente seco.

Fórmula: Absorción, en porcentaje:

$$(m/m) = \frac{mh - ms}{ms} \times 100$$

donde:

ms = masa del adobe seco

mh = masa del adobe húmedo

Especificación:

El porcentaje mínimo requerido en el ensayo de absorción de agua, es del 18 al 21 por ciento del peso.

(Referencia #1).

CAPITULO V ESTABILIZANTES PARA EL ADOBE

5.1 Estabilización

Con el fin de limitar las variaciones de volumen en el adobe, producidas por la arcilla y el desproporcionamiento de agua en la mezcla, es necesario añadir una sustancia que estabilice su comportamiento. Esta sustancia tendrá como función principal unir las partículas entre sí, e impedir la absorción del agua.

El uso de las formas de estabilización dependerá del acceso a cada una de ellas.

Al adobe se le agregan materiales, sustancias químicas o se somete a tratamientos para mejorar la estabilización, cohesión y fricción interna, aumentando la resistencia a la humedad y fenómenos climatológicos.

5.2 Estabilización con Cemento Portland

Es el mejor estabilizador, ya que al mezclarse con la tierra reacciona, uniendo los granos de arena y las partículas, formando un esqueleto interno, capaz de oponerse a las variaciones de agua. Para que no se formen grumos hay que proporcionar una buena mezcla. Se debe ir haciendo la mezcla que se va necesitando cuando se retrasa el secado, debiendo cubrir del sol por lo menos una semana.

Se debe usar hasta un 20% de cemento del volumen de la mezcla, y no utilizar menos de un 6%.

5.3 Estabilización con cal

Se puede utilizar para la estabilización de los adobes, cal viva o apagada. Reacciona más lento que el cemento Portland y permite un plazo más largo de secado, pudiendo prepararse con anterioridad mayor cantidad de unidades. Es de menor costo que el cemento y la resistencia final es similar.

La cal no debe exceder del 12% del volumen de la mezcla.

5.4 Estabilización con cal y cemento

La mezcla de estos dos aglutinantes permite aprovechar las ventajas de cada uno de ellos, teniendo más tiempo disponible para mezcla y producción que con el cemento solo y un secado de resistencia más rápido que con la cal sola.

5.5 Estabilización por Armazón

Se le agrega al suelo un material de cohesión (fibras largas), que permite asegurar, por un frotamiento de los elementos mezclados a la arcilla, una mayor firmeza.

Los materiales que se pueden utilizar son las pajas secas, fibras vegetales (cáñamo), grama, las fibras de hojas de palmeras, hojas de pino seco, utilizando el que más se encuentre en la localidad donde se esté elaborando el adobe.

CAPITULO VI ENSAYOS DE CAMPO

6.1 Ensayos en el Campo

Los ensayos que se realizan en el campo son subjetivos, por ello no se pueden regir por ninguna norma, sino que son sólo recomendados.

A continuación se enumeran los ensayos de campo que se recomienda hacer a los materiales componentes del adobe.

6.1.1 Examen Visual

El ensayo visual debe hacerse para tener una idea de la proporción y el tamaño de los componentes granulares del material.

La arena y la grava son fáciles de identificar por medio de la inspección visual. Si los granos tienen dimensiones más pequeñas que la arena, no se pueden identificar a simple vista.

Para realizar el ensayo de granulometría visual simple, se extiende una muestra representativa sobre una superficie plana y se observa la distribución o uniformidad de los tamaños de las partículas.

6.1.2 Prueba por Tacto

Al tocar un suelo se indican sus componentes básicos con suficiente precisión en el campo.

Para hacer esta prueba, la muestra es forzada entre los dedos o entre la palma de la mano, para estimar el tamaño de los componentes.

Arena:

Las partículas gruesas, al estar secas tienen una característica áspera al tacto y falta de cohesión. El tamaño de los granos varía aproximadamente entre 4.76mm. y las partículas no visibles a simple vista 0.0074mm..

Limo y Arcilla:

Se prueban en estado seco y en estado húmedo.

Limo: El limo debe sentirse áspero, similar a la arena fina, pero menos pronunciado, siendo más la diferencia al estar húmedo, presentando una plasticidad media.

Arcilla: La arcilla seca está usualmente en forma de terrones gruesos o granos, resistentes a la pulverización. La arcilla húmeda es muy resistente, adhesiva y plástica.

6.1.3 Sedimentación

Indica las proporciones de los componentes básicos del suelo con gran certeza y se realiza fácilmente en el campo.

Para la realización de esta prueba se toma una botella de vidrio transparente, con una boca suficientemente ancha para ser cubierta con la palma de la mano, de forma cilíndrica o prismática, de fondo plano y con una capacidad de no menos de medio litro. El suelo es colocado en la botella hasta $1/4$ de su capacidad. Se le agrega agua limpia hasta $3/4$ de su capacidad y se deja reposar 6 minutos, a fin de que el suelo se sature.

El material puede agitarse por dos formas:

Método 1:

Después de saturado el suelo, se agita vigorosamente durante 5 minutos, se deja reposar sobre una superficie plana. Después de 24 horas, los diferentes componentes básicos son medidos.

La profundidad total (100%) del sedimento en la botella es medido, sin tomar en cuenta el agua encima del sedimento, cada capa debe ser medida separadamente y relacionada a la profundidad total, y el resultado de este cálculo dará los porcentajes de los componentes en el suelo.

El equipo que se utiliza es:

1 botella de fondo plano
1 cinta métrica

Método 2:

Después de saturado el suelo se agita vigorosamente durante 5 minutos, luego se deja reposar 10 minutos, se repite la operación 3 veces.

6.1.4 Prueba de la Fracción Fina

Con esta prueba se detectan los limos y arcillas contenidos en un suelo, y pueden revelar la presencia de arenas muy finas.

Los suelos finos se encogen cuando se secan, y se expanden cuando se humedecen.

Los limos son granos finos, esencialmente inestables en presencia del agua. Cuando se seca, el limo puede ser pulverizado fácilmente bajo la presión de los dedos.

Las arcillas tienen baja resistencia a la deformación en su estado húmedo, pero al secarse son masas muy cohesivas.

El encogimiento y expansión violento con cambios de humedad son característicos de las arcillas. Son difíciles de compactar cuando están húmedas.

6.1.5 Prueba de Separación o Sacudimiento

Se puede extraer la muestra fina de dos maneras:

a) Se extrae de la prueba de sedimentación el agua, cuidadosamente, a manera de no revolver el material. Con una paleta o cuchara se extrae la capa del suelo fino.

Se deja secar a temperatura ambiente o en calor directo.

b) De la muestra del suelo seco, se le quitan todos los granos, piedras, etc.. Se amasa bien con agua y se procede a realizar la prueba.

Una proporción del material obtenido de cualquiera de las dos formas anteriores es tomado y moldeado con la palma de la mano hasta formar una bola de aproximadamente 2 centímetros de diámetro, el cual debe ser llevado a una consistencia suave, pero no viscosa, agregando el agua necesaria. La bola es colocada en la palma de la mano y apretada contra la mano varias veces, después de lo cual la bola es sacudida horizontalmente.

Después de que la bola ha sido aplastada, algunas de las siguientes reacciones pueden ser observadas:

1. Una película de agua aparece en su superficie, dándole una apariencia tersa, uniforme y brillante.
2. No hay cambio en la apariencia del agua en su superficie.

Después, la bola apretada entre los dedos de la otra mano, alguna de las siguientes reacciones pueden ocurrir:

1. El agua desaparece de la superficie, la pequeña masa se endurece y eventualmente se raja o desmorona.
2. La apariencia del agua puede no cambiar, la bola simplemente es deformada en una masa plástica.

El orden de observar las reacciones que ocurren en ambos estados de la prueba, sacudido y apretado de la bola, es deseable repetir estas acciones varias veces.

La reacción es llamada rápida, si el agua aparece y desaparece rápidamente; es llamada lenta, si el agua aparece y desaparece gradualmente; es llamada nula, si la condición del agua aparece sin cambiar.

Estas tres reacciones proveen una guía para la identificación de los componentes finos del suelo, como se indica en el cuadro siguiente.

REACCIONES DEL AGUA SUPERFICIAL EN SUELOS FINOS

TIPO DE REACCION	EFECTO EN LA BOLA	SIGNIFICADO
RAPIDA	El agua aparece y desaparece rapidamente	Denota una falta de plasticidad e indica arena muy fina o un limo inorgánico.
LENTA	El agua aparece y desaparece lentamente.	Indica un limo ligeramente plástico o una arcilla limosa.
NULA	La condición del agua aparece sin cambios.	La presión de los dedos produce una masa plástica, pero no aparece película de agua y no hay endurecimiento de la bola. Indica una arcilla o un material orgánico de considerable plasticidad.

6.1.6 Prueba de Resistencia en Seco

Esta prueba se usa para medir la plasticidad del suelo. Para este propósito el suelo se separa de la siguiente manera:

De la prueba de sedimentación se extrae el agua con todo cuidado de no mezclar el suelo. Se sacan solo las capas del suelo fino, colocándolo en una bandeja poco profunda, en la cual se seca al sol o con calor directo. Se toma una bola humedecida hasta la consistencia de masa, con un diámetro de aproximadamente 2 centímetros. Se deja sacar la bola durante 24 horas.

Su resistencia a desmoronarse o pulverizarse es probada entre los dedos, y puede variar en grados, de acuerdo a los componentes finos predominantes en el suelo, como se demuestra en el cuadro siguiente:

**PRUEBA DE RESISTENCIA EN SECO DE LA ELASTICIDAD
DE SUELOS FINOS**

Resistencia Baja:

La bola puede ser fácilmente pulverizada.

Denota falta de cohesión e indica un limo inorgánico, arena muy fina, o una combinación de suelos contenidos con una pequeña cantidad de arcilla.

Resistencia Media:

Una presión considerable de los dedos es necesaria para pulverizar la bola.

Indica una arcilla orgánica o arcilla limosa.

Resistencia Alta:

La bola no puede ser pulverizada.

Indica una arcilla inorgánica y altamente plástica.

6.1.7 Prueba de Brillantez

Es una prueba rápida para determinar la presencia de arcilla. Se debe cortar una masa de suelo húmedo con un cuchillo. Si la superficie de corte es brillante, indica una arcilla altamente plástica; si es opaca, indicará un limo o arcilla arenosa.

6.1.8 Prueba de Flexión

En el campo, esta prueba se puede llevar a cabo utilizando para ello un aparato fácil de construir y que utiliza adobe previamente pesado para aplicar la carga al adobe que se va a ensayar.

Esta prueba puede ser utilizada como control de calidad; el adobe debe tener una resistencia a flexión de 1 kilogramo por centímetro cuadrado, como mínimo, a las 4 semanas.

El adobe debe resistir a las 4 semanas el peso de un hombre. Si el adobe no pasa esta prueba, hay que agregar arcilla a la mezcla.

6.2 Requisitos para Aceptar un Adobe

Los requisitos de los adobes que se van a usar en la construcción son:

- No debe presentar roturas, ni rajaduras que afecten su durabilidad y resistencia u otros defectos que impidan un buen asentado.
- Las superficies que recibirán el mortero para asentado de los adobes serán rugosas.
- Los adobes no deben presentar más de 3 grietas de 7 centímetros de longitud y 3 milímetros de ancho.
- Su espesor no debe ser mayor de 10 centímetros.
- La longitud no debe ser mayor que el doble de su ancho más el espesor de una cisa.

CONCLUSIONES

- Todo el material utilizado como elemento que conforma el adobe (limo, arcilla, arena, estabilizantes, etc.), por norma debe cumplir con los ensayos especificados para cada elemento.
- Los adobes debe ser ensayados individualmente, con el objeto de que las normas sean aplicables, confiables y que a la larga larga proporcionen seguridad en este tipo de construcción.
- Las normas que se especifican en esta tesis están sujetas a un estudio y encuesta pública, para las partes interesadas; siguiendo la elaboración del proyecto de Norma Guatemalteca.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que al material que se utilice para hacer el adobe, se le realicen los ensayos especificados, tanto en el campo, como en un laboratorio de suelos.
- Se recomienda la estabilización de los adobes para obtener mejores resultados de sus propiedades mecánicas, prefiriendo que el estabilizante sea cal.
- Se recomienda que al hacer la mezcla para el adobe, el suelo tenga el contenido de humedad óptima.
- Se recomienda que al estabilizar una mezcla para adobes, el material se encuentre seco, para una mejor penetración de las partículas del mismo.
- Se recomienda que los adobes al estar en proceso de secado, estén en un lugar bajo techo, lejos de donde puedan ser afectados por el clima, como por ejemplo, el agua de lluvia, el sol, el viento, etc., siendo mejor que el aire circule libremente.
- Es recomendable que la forma que tengan los adobes sea cuadrada, porque proporciona mejores ventajas.
- Se recomienda que al sacar del moldeado el adobe, se tenga mucho cuidado, y que se le rocíe arena, antes de hechar la mezcla para evitar que se adhiera al molde.
- Se recomienda a las partes interesadas en llevar a cabo el proyecto de Norma Guatemalteca, que se haga el estudio y encuesta necesaria a la propuesta de Norma de esta tesis.

BIBLIOGRAFIA

- Galvez Villatoro, Jorge Arnulfo. ESTABILIZACION DEL TALPETATE PARA EL ELEMENTO DE CONSTRUCCION: EL ADOBE. Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala junio de 1,986.
- González Prado, Guinder Roberto. ADOBES DE TIERRA COMPACTADA, ESTABILIZADA CON PUZOLANA Y CAL. Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Josse, Robert. LA ACUSTICA EN LA CONSTRUCCION.
- Meza Archila, Edgar Rolando. ANALISIS COMPARATIVO DE CAMPO Y DE LABORATORIO EN ADOBES. Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Recuero, Manuel. ACUSTICA ARQUITECTONICA. SOLUCIONES PRACTICAS. Editorial Paraninfo. Madrid, 1,992.
- Palacios Rosales, Milton Alfonso. ADHERENCIA Y FRICCION CONCRETO-ADOBE, CANA, MADERA Y CONCRETO, EN UNIONES DE MORTERO Y ADOBE DE TALPETATE ESTABILIZADO. Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Sagone Aycinena, Jesús. EL ADOBE COMO UNA SOLUCION AL PROBLEMA HABITACIONAL. Tesis, Monterrey Nuevo León, México, septiembre de 1,983.

REFERENCIAS

1. Guevara Aparicio, Roberto. Evaluación de la fabricación del adobe y su control de calidad, recomendaciones para normalizar ensayos de adobe. Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala agosto de 1986.
2. Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR): 41 022, 41 023, 41 024 h1, 41 024 h2, 41 024 h4, 41 024 h5.

A P E N D I C E

ANALISIS ESTADISTICO PARA ESTABLECER LOS LIMITES DE TOLERANCIA DEL ADOBE.

TABLAS COMPLEMENTARIAS

- Tablas No.1 y No.2: Resultados del adobe cuadrado y del adobe rectangular en su tiempo de curado.
- Tablas No.3, No.4 y No.5: Resultados del adobe cuadrado y del adobe rectangular dependiendo de su largo, ancho y alto.

A D O B E C U A D R A D O .

TABLA No. 1

14 DIAS			
	LARGO	ANCHO	ALTURA
MEDIA	37.90	37.70	7.90
DESV. STANDARD	0.07	0.15	0.14
COEFICIENTE DE VARIACION	0.18	0.04	1.77
21 DIAS			
MEDIA	37.90	37.70	8.10
DESV. STANDARD	0.07	0.05	0.14
COEFICIENTE DE VARIACION	0.18	0.13	1.73
28 DIAS			
MEDIA	38.00	37.70	8.20
DESV. STANDARD	0.10	0.13	0.19
COEFICIENTE DE VARIACION	0.26	0.34	1.00
60 DIAS			
MEDIA	37.90	37.70	7.90
DESV. STANDARD	0.09	0.13	0.08
COEFICIENTE DE VARIACION	0.24	0.34	1.00

** El Coeficiente de Variación está dado en porcentaje.

A D O B E R E C T A N G U L A R

TABLA No. 2

14 DIAS

	LARGO	ANCHO	ALTO
MEDIA	49.80	24.80	9.70
DESV. STANDARD	0.05	0.21	0.25
COEFICIENTE DE VARIACION	0.10	0.85	2.58

21 DIAS

MEDIA	49.60	24.90	9.90
DESV. STANDARD	0.08	0.08	0.28
COEFICIENTE DE VARIACION	0.16	0.32	2.83

28 DIAS

MEDIA	49.70	24.90	9.90
DESV. STANDARD	0.18	0.07	0.09
COEFICIENTE DE VARIACION	0.36	0.28	0.91

60 DIAS

MEDIA	49.50	24.80	9.60
DESV. STANDARD	0.09	0.10	0.13
COEFICIENTE DE VARIACION	0.18	0.40	1.35

** El Coeficiente de Variación está dado en porcentaje.

DIMENSIONES DEL ADOBE RECTANGULAR

LARGO	ANCHO	ALTO
50.2	24.8	9.3
50.2	25.2	9.3
50.1	24.9	9.3
50.1	25.0	9.3
49.9	25.0	8.8
49.7	24.6	9.0

LARGO	ANCHO	ALTO
40.7	15.3	9.4
40.5	15.6	9.0
40.7	15.9	9.0
41.0	15.3	9.0
40.8	15.2	9.1

PROPIEDAD DE LA ADMINISTRACION DE LOS PUERTOS DE GUATEMALA

DIMENSIONES DEL ADOBE CUADRADO

LARGO	ANCHO	ALTO
25.0	24.9	9.2
25.0	24.7	9.2
25.1	25.1	9.2
25.0	24.8	9.2
25.2	25.0	9.1
25.0	24.6	9.2

TABLA No. 3

	LARGO	ANCHO	ALTO
MEDIA	50.30	24.90	9.20
DESV. STANDARD	0.18	0.19	0.20
COEF. DE VARIACION	0.36	0.75	2.18

TABLA No. 4

	LARGO	ANCHO	ALTO
MEDIA	40.70	15.36	9.10
DESV. STANDARD	0.16	0.14	0.15
COEF. DE VARIACION	0.39	0.91	1.65

TABLA No. 5

	LARGO	ANCHO	ALTO
MEDIA	25.05	24.85	9.18
DESV. STANDARD	0.076	0.17	0.04
COEF. DE VARIACION	0.30	0.68	0.44

** El Coeficiente de Variación está dado en porcentaje