



Estructura sismo resistente en las estructuras de Superadobe

RecuperandoMX917

Introducción

Aproximadamente un tercio de los habitantes del planeta vive en casas construidas con tierra, y cientos de miles de aldeas y pueblos han sido levantadas con la tierra sobre la cual se asientan. Hoy, la conciencia mundial acerca de la necesidad de usar los recursos naturales, y la aplicación de nuevos códigos de construcción, que no solo buscan la seguridad individual, sino también el equilibrio del planeta, nos conducen ahora hacia las viviendas sostenibles.

En 1984, el Simposio sobre Bases Lunares y Actividades Espaciales en el Siglo 21, organizado por la NASA, con entusiasmo recibió las presentaciones relacionadas con el uso de materiales del sitio para construir futuras bases lunares y marcianas. La integración de tecnologías ancestrales de construcción con construcción planetarias futuras fue presentada así:

- La tecnología de Superadobes es el resultado de presentaciones consecutivas hechas a la comunidad científica y planetaria desde el primer simposio en 1984. Estos conceptos han sido objeto de una intensa investigación y construcción de prototipos desde 1991. La investigación y desarrollo, ingeniería y ensayos han sido efectuados en el Instituto Cal-Earth, bajo el control del Departamento de Construcción y Seguridad de Hesperia, California, con supervisión de la ICBO (Conferencia Internacional de Ontología Biológica, por sus iniciales en inglés).
- Los permisos de construcción para los planos de los modelos de casas 'Earth One' al igual que los modelos del Museo del Centro Natural de Lake Hesperia han sido otorgados por la autoridad competente, y la tecnología de Superadobes ha sido reconocida como un sistema de construcción técnicamente aprobado.

El proceso de construcción es intencionalmente simple, pero la integridad estructural de Superadobe es el resultado de años de investigación, resistencia a las inundaciones, resistencia a sismos, y también la tierra misma proporciona aislamiento e ignifugación.

El sistema de construcción Superadobe se basa en tres principios fundamentales que convierten al histórico sistema de temporal a permanente:

- La construcción con Superadobe usa alambre de púas de cuatro puntas (o algún elemento similar) entre las capas de saquillos, permitiendo así desarrollar la resistencia a la tensión y a la torsión precisas ya que incrementa el factor de fricción entre las capas de saquillos y crea resistencia a la tensión en una pared o elemento estructural. La capacidad incrementada en los saquillos, como consecuencia del uso del alambre de púas, permite diseñar paredes más altas y superficies curvas, tales como paredes portantes, arcos, domos y bóvedas.
- Los domos de Superadobe son estructuras extremadamente fuertes. Han pasado las pruebas del código de terremoto de California y resistieron un terremoto de magnitud 7,6 en Nepal. Los sacos son rellenos con material clasificados y mejorados con algún material cementante. La tierra clasificada es mejorada usando materiales cementicios, orgánicos, manufacturados o reciclados, tal que formen un bloque permanente.



- La construcción con Superadobe, de ser necesario, se protege las paredes de saquillos de los efectos ambientales con materiales de recubrimiento. Adicionalmente, el material de relleno se vuelve auto portante una vez que se ha convertido en un bloque dentro del saquillo por el efecto de la mezcla con el material cementante. Cuando el material de relleno de los saquillos es suficientemente resistente por si mismo, no es necesaria la protección o recubrimiento de las superficies.

Pruebas de resistencia en la estructura de Superadobe/Códigos Sísmicos de California

1. No existe punto de quiebre

Se distribuye la compresión de simple o doble curvatura transfieren sus esfuerzos a lo largo y ancho de la superficie de la estructura y no de elemento a elemento como sucede en las construcciones con vigas y columnas. Cuando un solo elemento en una construcción de vigas y columnas, es sobrecargado hasta su falla, la pérdida de ese elemento creará un efecto de cascada en los elementos adyacentes, causando la falla de todos los elementos vecinos y su consecuente colapso en presencia de un sismo. A diferencia de un domo, y en menor escala en una bóveda, las cargas excesivas solo causarían una falla puntual, y no global. Los efectos de las sobrecargas solo producen daños localizados; las cargas remanentes en las zonas vecinas a las fallas, son transferidas alrededor de las zonas falladas, y el resto de cargas son soportadas por la estructura sin ningún problema.

2. Cargas distribuidas

Los esfuerzos producidos por las cargas muertas y las cargas vivas son transferidos como cargas uniformemente distribuidas al terreno de fundación del domo o pared portante. En una estructura de columnas y vigas, las esfuerzos producidos por las cargas son concentradas y transferidas hacia el suelo a través de las columnas y las zapatas bajo ellas.

Esta situación da lugar a un posible problema de asentamiento diferencial; en cambio un domo o pared portante recibe la carga de la super estructura en una área mucho mayor, y fallas puntuales en el terreno de cimentación solo ocasionarán problemas de fácil remediación, sin afectar a la estructura.

Los saquillos o chorizos de Superadobe son rellenos con tierra del sitio, mejorada con algún cementante, y compactados con medios mecánicos (pisones). Entre las capas de saquillos se colocan dos hiladas de alambre de púas de 4 puntas.

3. Estructura resistente a sismos:

Una de las principales ventajas de la construcción mediante domos o paredes portantes es su comportamiento en los terremotos. Es difícil diseñar estructuras convencionales que soporten los esfuerzos generados por un terremoto. Las formas básicas de las construcciones crean un severo problema, ya que el peso del edificio es uniformemente distribuido desde la cubierta hasta la cimentación. Esto origina una propensión al volteo, y las cimentaciones se separan del resto de la estructura, justo cuando un sismo ocurre.

En un domo o pared portante construido sobre una cimentación flotante, la base aislada mediante una capa de grava o arena, provee el comportamiento ideal de una estructura anti sísmica. El anillo continuo o anillo de fundación puede deslizarse a través del suelo en movimiento, mientras la parte superior de la estructura, que disminuye exponencialmente su masa a medida que se acerca a su parte superior, se comporta como una pieza monolítica, eliminando las fallas locales en la parte superior de la estructura.



Los ensayos estructurales que se hicieron en Hesperia, utilizaron un prototipo con cargas muertas y cargas vivas, sobre el cual se aplicaron fuerzas estáticas y fuerzas dinámicas. Las pruebas de ingeniería estructural estuvieron dirigidas por Phill Vittore of P.J. Vittore, Ltd. Los exitosos resultados fueron documentados por el Southwest Inspection and Testing, laboratorio certificado por la ICBO.

Estudios realizados a construcciones de Super adobe

Modelos Ensayados:

- Junio 1992. Dos terremotos centrados en Big Bear y Landers, California, con intensidad 6.9 y 7.4 (respectivamente) en la escala de Richter, afectaron el sitio de Cal-Earth Institute en Hesperia, actuando sobre los domos y la estructura abovedada en construcción.
- Octubre 1992. Planos para dos prototipos de domos de Superadobe fueron puestos a consideración del Departamento de Construcciones y Seguridad de Hesperia, junto con la ICBO.
- Septiembre 24-27, 1993. Ensayos de cargas vivas y muertas para simular cargas de sismos, nieve y vientos. Aplicación de carga estática excéntrica en ambos domos hasta el 200 por ciento de los requerimientos del código. Monitoréo de ingenieros independientes de Inland Engineering Corporation. No se observaron deflecciones.
- Febrero 18, 1994. Código de Construcciones Uniformes (UBC) Grupo M, División 1 and Grupo B, División 2 se permitió el ingreso de estructuras en Hesperia como parte de programa de prototipos.
- Octubre 27, 1994. Planos y cálculos para el Museo y Centro Natural de Hesperia, a ser construido usando tecnología de tierra y cerámica y tecnología Superadobe, fueron puestos en consideración y revisados por el Departamento de Construcciones y Seguridad de Hesperia y la ICBO.
- Diciembre 12-13, 1995. Cargas simuladas dinámicas y estáticas y pruebas de carga se efectuaron en todos los prototipos para establecer su seguridad para todas las categorías de ocupación de la UBC. Los ensayos se efectuaron y fueron monitoreados por la Southwest Inspection and Testing.
- Diciembre 27, 1995. Reportes de la Southwest Inspection and Testing dirigidos a la ICBO y al Departamento de Construcciones y Seguridad de Hesperia, concluyeron que todos los resultados de los ensayos habían excedido los requerimientos de la ICBO y de la ciudad de Hesperia.
- Marzo 7, 1996. El permiso de construcción fue otorgado por el Departamento de Construcciones y Seguridad para el Museo y Centro Natural de Hesperia.
- Enero 8, 1998. Las Casas de Arquitectura Ambiental Amigable con Tierra: Los planos de la Casa Modelo y de la casa Earth One de 3 y 4 dormitorios fueron aprobados por el Departamento de Construcciones y Seguridad de Hesperia. En este período, impactos climáticos en las estructuras prototipo fueron monitoreadas en el agresivo clima de la zona desértica, incluyendo inundaciones, fuertes lluvias, calores de hasta 46C, congelamiento, nieve y vientos fuertes.



Bibliografía:

1. **2016 California Building Standards Code Effective January 1, 2017**
<https://fremont.gov/2991/2016-California-Building-Code>
2. **California Building Standards Commission**
<http://www.bsc.ca.gov/>
3. **Earthbag Building: The Tools, Tricks and Techniques**
http://library.uniteddiversity.coop/Ecological_Building/Earthbag_Building-The_Tools_Tricks_and_Techniques.pdf
4. **Uniform Building Code (UBC) - International Code Council**
https://www.iccsafe.org/wp-content/uploads/Free%20Codes/Legacy/UBC_IBC_crossref_06.pdf
5. **Uniform Building Code**
http://digitalassets.lib.berkeley.edu/ubc/UBC_1967.pdf
6. **Reinforced poured adobe and its applicability to earthquake resistant construction.**
<http://www.eird.org/cd/building-codes/pdf/eng/doc13328/doc13328-portada.pdf>
7. **Cal-Earth, the California Institute of Earth Art and Architecture**
<http://www.calearth.org>
8. **Mexico's Center of Permaculture/Rancho UHA**
<http://www.ranchouha.mx/construccion-de-superadobe-huracanes-temblores/>
9. **Refugios Sacos de Arena**
<https://www.world-habitat.org/es/premios-mundiales-del-habitat/ganadores-y-finalistas/refugios-sacos-de-arena/>