



# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

INFLUENCIA DE TIPOS DE SUELOS Y PORCENTAJES DE CaO EN ADOBE PRENSADO, SOBRE COMPRESIÓN, DURABILIDAD Y RESISTENCIA AL AGUA, EN ZONAS RURALES, TRUJILLO 2018

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Br. Claudia Yomira Llacza Cruzado

**Asesor:**

Mg. Iván Eugenio Vásquez Alfaro

Trujillo – Perú

**2018**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema.....	19
1.3. Justificación.....	19
1.4. Limitaciones.....	20
1.5. Objetivos.....	21
2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes.....	22
2.2. Bases teóricas.....	26
2.3. Hipótesis.....	41
3. METODOLOGÍA.....	43
3.1. Operacionalidad de variables.....	43
3.2. Tipo de diseño de investigación.....	45
3.3. Unidad de estudio.....	45
3.4. Población.....	45
3.5. Muestra.....	45
3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	49
A. Caracterización de la materia prima.....	51
B. Ensayos de laboratorio análisis químicos.....	62
C. Obtención de óxido de calcio.....	63
D. Dosificación y elaboración de mezcla.....	65
E. Ensayos para evaluar las propiedades del adobe prensado.....	67
F. Métodos estadísticos.....	69
4. RESULTADOS.....	74
4.1. Caracterización de materia prima.....	74
4.2. Ensayos realizados.....	78
4.3. Costos de producción del óxido de calcio proveniente de conchuela marina.....	80
4.4. Evaluación económica.....	82
5. DISCUSIÓN.....	85
5.1. Adobes de los sectores de Trujillo.....	85
5.2. Adobes prensados.....	94
5.3. Relación costo – beneficio.....	107
5.4. Análisis estadístico.....	108
6. CONCLUSIONES.....	109
7. RECOMENDACIONES.....	111
8. BIBLIOGRAFÍA.....	112
9. APENDICE.....	117
10. ANEXOS.....	158

## RESUMEN

La presente investigación se realizó Trujillo, en los laboratorios de la Universidad Privada del Norte y Universidad Nacional de Trujillo, donde se determinó la influencia de los tipos de suelos y los porcentajes de CaO en un adobe prensado, sobre la resistencia a compresión, durabilidad y resistencia al agua; para la realización de la tesis se utilizó un diseño experimental, experimental pura, de muestreo probabilístico, la recolección de datos se realizó con la técnica de observación, el instrumento fue la guía de observación, para analizar los datos se empleó la inferencia estadística, elaborándose en total 96 especímenes. El adobe es el segundo material para la construcción de viviendas en Trujillo principalmente en las zonas rurales; con los últimos fenómenos naturales se ha demostrado que no tienen buena respuesta, ocasionando fallas, desprendimientos, colapsos y hasta pérdidas humanas, por no tener la suficiente resistencia a compresión y por no contar con una buena durabilidad ante agentes externos.

Se obtuvo resultados favorables con el suelo "B" (75% arena y 25% limos – arcillas) con una adición del 4% de CaO, con una resistencia a compresión de 69.9 kg/cm<sup>2</sup>, en durabilidad perdió el 4.0% de su masa y en resistencia al agua un 40.1 kg/cm<sup>2</sup>.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in Trujillo, in the laboratories of the Universidad Privada del Norte and Universidad Nacional de Trujillo, where the influence of the types of soils and the percentages of CaO in a pressed adobe was determined, on the resistance to compression, durability and water resistance; for the realization of the test, an experimental, pure experimental, probabilistic sampling design was used, the data collection was done with the observation technique, the instrument of the observation guide, to analyze the data, the statistical inference was used, elaborating in total 96 specimens. Adobe is the second material for housing construction in Trujillo, mainly in rural areas; with the last natural phenomena it has been shown that they do not have good response, causing failures, landslides, collapses and, unless necessary, with good resistance to external agents.

Favorable results were obtained with soil "B" (75% sand and 25% silt - clays) with an addition of 4% CaO, with a strength of 69.9 kg/cm<sup>2</sup>, with durability lost 4.0% of its mass and in Water resistance 40.1 kg/cm<sup>2</sup>.

## NOTA DE ACCESO

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## 1. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, H., Vásquez A., & Ramírez, D. (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. (Consultado febrero 2018) Obtenido: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169424101009>
- Aguilar M., Campos J., Di Lello C., Queiroz F., & Campos N. (2014). Síntesis de hidroxiapatita en el uso de carbonato de calcio de origen biológico como. Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Pág. 71-80. Brasil.
- Aguire C., & Aguilar T. (2006). Influencia del tipo y porcentaje de material estabilizante, sobre la resistencia a la compresión y densidad en ladrillos ecológicos de construcción, Trujillo.
- Arboccó H. (2012). Experiencias sobre la utilización de materiales locales en la construcción de sistemas constructivos no convencionales - SCNC. Revista Técnica del Capítulo de Ingeniería Civil, Pág. 3-7. Lima.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2004). Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada. Colombia.
- Aubrey, K. (2002). An investigation into the erodibility of earth wall units. Doctor of Philosophy. Sydney.
- Autroville Earth Insitute. (s.f.). Características de los BTC AURAM. India.
- Barros L., & Imhoff F. (2010). Resistencia sísmica del suelo - cemento postensado en construcciones de baja complejidad geométrica, Chile.
- BBC Mundo. (2014). ¿Por qué el 90% de los terremotos suceden en el Cinturón del Pacífico?. Perú.
- BBC Mundo. (2017). Consultado marzo 2018. Obtenido de <http://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-40826035>
- Berrú M., Castro G., Colcas J., Díaz M., & Moran J. (2014). Diseño de planta para la producción de carbonato de calcio a partir de la concha de abanico de la ciudad de Sechura, Piura, Perú.
- Blondet M. (2010). Tunza. Recuperado: <http://tunza.mobi/es/articles/la-casa-de-ladrillos/> - (enero 2018)
- Braja M. (2015). Fundametos de ingeniería geotécnica. CENDAGE Learning. México
- Carcedo M. (2012). Resistencia a compresión de bloques de tierra comprimida estabilizada con materiales de sílice de diferente tamaño de partícula. España.
- Castellanos R. (2000). Manual de Interpretación de análisis de suelos y agua. México

- Centro Nacional de Estimación, Prevención del Riesgo de Desastres. (2015). (Consultado octubre 2017) Obtenido de Escenario de riesgos ante la temporada de lluvias 2015 - 2016:  
<http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CENEPRED/Escenario%20de%20Riesgo%20Ante%20Temporada%20de%20Lluvias%202015%20-2016.pdf>
- Choque E. & Huamán J. (2009). Adobes comprimidos suelo - cemento una alternativa ecológica. Instituto de Construcción y Gerencia - XVII Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Perú.
- Cid J. (2012). Durabilidad de los bloques de tierra comprimida, evaluación y recomendaciones para la normalización de los ensayos de erosión y absorción. Tesis doctoral. Madrid, España.
- Corral J. (2008). El suelo - cemento como material de construcción. Ciencia y Sociedad, 520-571.
- Cruz J., Rivero F. & Valderrama I. (2006). Manual de laboratorio de química analítica - UNT. Trujillo, Perú.
- CTE. (2006). Código técnico de la Edificación. Documento básico de salubridad. España.
- Doat P., Hays A., Houben H., Matuk S., Vitoux F., & Sánchez C. (1990). Construir con tierra - Bogotá.
- Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA), (2011). Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad de agua potable.
- Durand, A. (2017). Influencia del óxido de calcio en la trabajabilidad, fraguado, compresión, densidad, porosidad y absorción del concreto para elementos estructurales. Trujillo.
- Esteve M. (2016). Estudio de las características del bloque de tierra comprimida industrializado. Madrid.
- Etchbame R., Piñeiro G., & Silva J. (2005). Proyecto Terra Uruguay Montaje de prototipos de vivienda a través de la utilización de tecnologías en tierra: adobe, fajina y bloques de tierra comprimida. Uruguay.
- Etchebarne, R., Piñeiro, G., & Silva, J. (2005). Montaje de Prototipos de Vivienda a través de la Utilización de Tecnologías en Tierra: Adobe, Fajina y BTC. Uruguay.
- Gharagozlou Y. (2014). Instron. (Consultado julio 2017) Obtenido: <http://www.instron.com.ar/es-ar/our-company/library/glossary/c/compressive-strength>
- Gisbert J., Moreno H., & Ibañez S. (2010). La textura de un suelo. Producción vegetal.
- Grupo RPP. (11 de marzo de 2016). Así está el Perú: Solo hay 12 rellenos sanitarios para los 1851 distritos. Perú. (Consultado noviembre 2017) Obtenido: <http://rpp.pe/peru/actualidad/solo-hay-11-rellenos-sanitarios-para-31-millones-de-personas-en-el-pais-noticia-996181>
- Houben H., & Guillard H. (1994). Earth Construction. London.

- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2007). Perú. (Consultado julio 2017) Obtenido de Censos Nacionales XI de Población y VI de vivienda: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/housing/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). Perú. (Consultado junio 2017) Obtenido: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/housing/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). Boletín estadístico virtual de la gestión reactiva, Perú. (Consultado junio 2017) Obtenido de Dirección de políticas, planes y evaluación subdirección de aplicaciones estadísticas: <https://www.indeci.gob.pe/objetos/secciones/MTc=/Mjl0/lista/OTk0/201708091706381.pdf>
- Jara W., & Canelo D. (2011). La conchuela en la alimentación de las aves. Perú. Jarrín A. (2010). Diseño de una máquina productora de adobes en serie. Ecuador. Juárez B. (2005). Mecánica de suelos Tomo I. Noriega Editores. México.
- Kerali A. (2005). In service deterioration of compressed earth blocks. Geotechnical and Geological Engineering, Pág. 461-468. África.
- Kosmatka S., Kerkhoff B., & Panarese W. (2008). Design and control of concrete mixtures. Thinking, Editorial. Estados Unidos.
- López J., & Bernilla P. (2012). Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayalti. Programa COBE-1976. Lima.
- Mamlouk M., & Zaniewski J. (2009). Materiales para ingeniería civil. Pearson.
- Manals E., Penedo M., & Giralt G. (2011). Análisis termogravimétrico y térmico diferencial de diferentes biomásas vegetales. Tecnología química, Pág. 36-43. Trujillo, Perú.
- Mayta J. (2014). Influencia del aditivo súperplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo. Perú.
- Minke G. (2005). Viviendas a bajo costo. Brasil.
- Minke G. (2008). Manual de construcción en tierra - La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual. España.
- Morales R., Torres R., Rengifo L., & Irala C. (1992). Manual para la construcción de viviendas de adobe. Lima.
- Mozo E. (2014). Clasificación de suelos: El sistema AASHTO y El sistema SUCS. Nuevo Chimbote, Perú.
- Neves C., & Borges O. (2011). Técnicas de construcción con tierra. Brasil: ProTerra.
- Norma Técnica de Edificaciones 0.80 (2006) - Adobe. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (Consultado abril 2017) Obtenido: [http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/TITULO\\_III\\_EDIFICACIONES/III.2%20ESTRUCTURAS/E.080%20ADOBE.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/TITULO_III_EDIFICACIONES/III.2%20ESTRUCTURAS/E.080%20ADOBE.pdf)



- Norma Técnica de Edificaciones 0.80 (2017) - Diseño y construcción con tierra reforzada. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (Consultado julio 2017) Obtenido: [http://procurement-notices.undp.org/view\\_file.cfm?doc\\_id=109376](http://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376)
- Nureña J. (2017). Influencia del estabilizante de cemento y tipos de suelos sobre la resistencia y durabilidad de un adobe constructivo. Trujillo.
- Rigassi V. (1995). Bloc de terre comprimé. Manuel de production , Cra Terre - EAG. Francia.
- Ríos E. (2010). Efecto de la adición de látex natural y jabón en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado. Para optar por el título de máster en ciencias. Santa Cruz, Bolivia.
- Rodríguez M. (2003). Aplicación tecnológica del adobe estabilizado. Universidad de Oviedo & Universidad Central de las Villas. Cuba
- Roux R. & Espuna J. (2012). El hidróxido de calcio y los bloques de tierra comprimida, alternativa sostenible de construcción. México.
- Roux R., & Olivares M. (2002). Utilización de ladrillos de adobe estabilizados con cemento portland al 6% y reforzados con fibra de coco, para muros de carga. Informes de la Construcción. Pág. 39-50. México.
- Rufino J., Machado I., & Días Y. (2013). Determinación de mezclas de suelo estabilizado a partir de recursos de biomasa para mejorar la calidad de las viviendas construidas por la población de territorio de Uige, Angola.
- Sáinz J. & Jové F. (2013). Construcción con tierra: pasado, presente y futuro. España.
- Saroza B., Rodríguez M., Menéndez J., & Barroso I. (2008). Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos precedentes de Crescencio Valdés, Villa Clara, Cuba.
- Shehu Waziri, B., Alhaji Lawan, Z., & Ma'aji Mala, M. (2013). Propiedades de bloques comprimidos de tierra estabilizada para construcción de viviendas de bajo costo, International Journal of Sustainable Construction Engineering & Technology, pág. 39-46. Malasia.
- Siavichay D., & Narváez R. (2010). Propuesta de mejoramiento de las características técnicas del Adobe para la aplicación en viviendas unifamiliares emplazadas en el área periurbana de la ciudad de Cuenca. Cuenca.
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) (2004). La calidad del agua potable en el Perú. Lima. (Consultado, setiembre 2018) Obtenido: [http://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/agua\\_potable.pdf](http://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/agua_potable.pdf)
- Tejada U. (1993). Técnicas de preparación y estabilización del adobe. Lima: V Curso Internacional sobre edificaciones de bajo costo en zonas sísmicas, CISMID y UNI. Perú.
- Ticona K., & Gonzales S. (2016). Evaluación de la influencia de la granulometría de piedra caliza, concentración de carbonato de calcio, tiempo de residencia y temperatura de calcinación para mejorar el rendimiento en la obtención de óxido de calcio (Cal Viva). Arequipa.

- Ugai K., & Ahmed A. (2011). Environmental effects on durability of soil stabilized with recycled gypsum. *Cold Regions Science and Technology*, pág. 84-92. Japón.
- Vargas J. (2005). *Memorias digitales del evento SismoAdobe*. Lima. 35 años de investigación en la Pontificia Universidad Católica, Perú.
- Vidal F., & Ruiz A. (2015). Caracterización mecánica de piezas de adobe fabricado en la región de Tuxtla Gutiérrez. *Revista Digital de la Universidad Autónoma de Chiapas*. México.
- Wenk H., & Bulakh A. (2004). *Minerals: Their Constitution and Origin*. Cambridge.
- Yamín L., Phillips C., Reyes J., & Ruiz D. (2007). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada. *Apuntes*, 286-303. Perú.
- Zhang G., Germaine J., Torrence M., & Whittle A. (2003). Un simple método de montaje de muestra para a difracción aleatoria de rayos X. *Clays and Clay Minerals*. Pág. 218-225.
- Zuñiga O. (2013). *Cemento Portland*. (Consultado octubre 2017) Obtenido de Compuestos principales del cemento portland  
<http://omard10.blogspot.pe/2013/06/compuestos-principales-del-cemento.html> -